



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO TOTAL PARA LA
MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA ÁNGELES – PROYECTO
MINERO LA GRANJA, 2015

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTORES

GUEVARA VILLANUEVA, JUAN MANUEL
TAPIA FARRO, EVER

ASESOR

ING. ADANAQUÉ SÁNCHEZ, JOSÉ LUIS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

PROGRAMA Y PLAN DE MANTENIMIENTO

CHICLAYO – PERÚ

2015

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO TOTAL PARA LA MAQUINARIA
PESADA EN LA EMPRESA ÁNGELES – PROYECTO MINERO LA GRANJA, 2015**

AUTORES

BACH. JUAN MANUEL GUEVARA VILLANUEVA
TESISTA

BACH. EVER TAPIA FARRO
TESISTA

APROBADO POR:

ING. LUIS FERNANDO CHAPOÑAN RICHAMI
PRESIDENTE

ING. CESAR DANY SIALER DIAZ
SECRETARIO

ING. JAMES SKINNER CELADA PADILLA
VOCAL

DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo para llegar a mi objetivo que me trace en algún momento y ahora lo estoy logrando satisfactoriamente, se lo dedico a mi familia y en especial a mi Mamá que siempre se preocupó por apoyarme incondicionalmente.

También haría mención a todos mis amigos y conocidos que siempre con sus palabras me desearon la suerte y las bendiciones para culminar mi carrera.

Ever Tapia Farro.

A Dios, creador de mi vida y que está siempre conmigo en cada momento de mi vida, por fortalecer mi corazón darme sabiduría, además que puso en mi caminar a personas que me acompañaron para lograr esta etapa en mi vida profesional

Juan Manuel, Guevara Villanueva

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a Dios por habernos brindado las fuerzas y sabiduría necesarias para sobrellevar las dificultades que se nos ha presentado en el trayecto de nuestra formación profesional y el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestros padres, son ejemplo de sacrificio, lucha diaria y entrega al brindarnos su apoyo incondicional en nuestras metas trazadas.

A los docentes, por brindarnos y compartir todos sus conocimientos, inculcándonos valores y sobre todo haciendo de nosotros profesionales competitivos.

De una forma especial la Empresa Ángeles, ya que nos proporcionó las facilidades con instalaciones, equipos, y personal que colaboró con información valiosa para el desarrollo de la investigación.

Juan Manuel Guevara Villanueva.

Ever Tapia Farro.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Juan Manuel Guevara Villanueva con DNI N° 40142264, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, Noviembre del 2015

.....
GUEVARA VILLANUEVA J. MANUEL

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Ever Tapia Farro; con DNI N° 45938689, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, Noviembre del 2015

.....

EVER TAPIA FARRO

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO TOTAL PARA LA MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA ÁNGELES – PROYECTO MINERO LA GRANJA, 2015**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Juan Manuel Guevara Villanueva.

Ever Tapia Farro

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vii
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos Previos.....	3
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	4
1.3.1. Definición de Mantenimiento.....	5
1.3.2. Organización del mantenimiento.....	5
1.3.3. Programas de mantenimiento.....	6
1.3.5. Averías y fallas.....	15
1.3.6. Criticidad de la maquinaria pesada.....	16
1.3.7. Lubricantes.....	17
1.3.8. Maquinaria Pesada.....	19
1.4. Formulación del problema.....	20
1.5. Justificación del estudio.....	21
1.6. Hipótesis.....	22
1.7. Objetivos.....	23
II. MÉTODO.....	24
2.1. Diseño de Investigación.....	24
2.2. Variables, operacionalización.....	24
2.3. Población y muestra.....	25
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
2.5. Métodos de análisis de datos.....	26
2.6. Aspectos éticos.....	26
III. RESULTADOS.....	27
3.1. OBJETIVO N° 1: Evaluar y describir las condiciones, características y procedimientos del sistema de mantenimiento actual.....	27
3.1.1. Información general de la empresa.....	27
3.1.2. Condiciones y características del mantenimiento actual.....	27

3.2. OBJETIVO N° 2: Identificar causas por las cuales los equipos fallan y ocasionan paradas imprevistas.	30
3.2.1. Análisis FODA sobre el mantenimiento en la empresa.....	30
3.2.2. Fallas más frecuentes en la maquinaria pesada.....	31
3.3. OBJETIVO N° 3: Evaluar el nivel de disponibilidad y rendimiento de equipos.	33
3.3.1. Indicadores del mantenimiento	33
3.4. OBJETIVO N° 4: Diseñar y aplicar un plan de estrategias de mantenimiento total.	38
3.4.1. Propuesta de Plan de mantenimiento total	38
3.4.2. Procedimiento de aplicación propuesta Plan de Mantenimiento Total (TPM).....	40
3.4.3. Desarrollo del plan de TPM	42
3.4.4. Funciones del equipo de mantenimiento total	52
3.4.5. Proceso de ejecución del mantenimiento total	54
3.4.6. Mantenimiento total: predictivo	59
3.4.7. Sistema de información para el mantenimiento	63
3.4.8. Costos de mantenimiento	64
IV. DISCUSIÓN	65
V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	71
ANEXOS	73

RESUMEN

La presente investigación tuvo por finalidad realizar un Plan de Mantenimiento Total (Preventivo – Predictivo) para la operatividad de equipos pesados en la Empresa Ángeles – Proyecto Minero La Granja. Se realizó esta investigación porque la empresa busca que la maquinaria cumplan su vida útil de manera óptima y eficaz, disminuyendo en lo posible las fallas o averías; así disminuye los costos y ser competitivos en el mercado globalizado y cambiante. La principal interrogante que se plantea en esta investigación es ¿Cuál es el beneficio para la Empresa Ángeles – Proyecto Minero La Granja si se propone un Plan de Mantenimiento para la operatividad de sus Equipos Pesados?, frente a esta pregunta se propone un Plan de Mantenimiento Total; por lo cual se hizo una evaluación y descripción del sistema mantenimiento vigente; se identificó las causas que ocasionan las fallas de los equipos y genera paradas imprevistas; se evaluó la disponibilidad y rendimiento de equipos y se diseñó un plan de estrategias de mantenimiento total. Se usó el método observacional, el tipo de investigación es Aplicada y con un Diseño es No Experimental – Descriptiva. Una de las principales conclusiones es que los equipos pesados de la empresa Ángeles tienen una disponibilidad que oscilan entre los 97.08% y 99.96, se recomienda generar niveles de articulación entre el taller de mecánica, área de logística y la gerencia para la toma de decisiones.

Palabra Claves: Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo, Maquinaria pesada

ABSTRACT

This research has had the intention to conduct a Total Maintenance Plan (Preventive - Predictive) for the Operation of Heavy Equipment Company in Los Angeles - La Granja copper project. This is done in the sense that the company seeks the equipment or machines meet life optimally and efficiently, reducing or where possible to have zero faults or damage; and it lowers costs and be competitive in this rapidly changing global market. The main question that arises in this research is: What is the benefit to the company Angeles - La Granja copper project if a Total Maintenance Plan for the operation of the Heavy Equipment ?, against proposed this question is proposed Plan Total for the operation maintenance Heavy Equipment Company in Los Angeles - La Granja copper project; for which an evaluation and description of the existing system maintenance was made; the underlying causes of equipment failure and unplanned downtime generates identified; assessed the availability and performance of equipment and a plan for total maintenance strategies designed. The observational method was used, the type of research is applied and the design is not experimental - descriptive. One of the main conclusions is that the heavy equipment company Angels have an availability ranging between 97.08% and 99.96 is recommended to generate levels of articulation between the machine shop area of logistics and management for decision making.

Key word: Preventive Maintenance, Predictive Maintenance, Heavy Equipment

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Gonzáles (2013, p. 18) señala que la Gestión del Mantenimiento es un tema manejado actualmente en toda la industria a nivel internacional; más aún si nos referimos al rubro de la maquinaria pesada que tiene una incidencia determinante en la producción. Todos desean incrementar y tener calidad en su producción, también, todos desean reducir al mínimo las fallas, averías o detención de sus equipos o maquinarias en el proceso de producción; aquí surge la necesidad de prevenir estos casos a través de una buena gestión en mantenimiento preventivo.

La realidad nos muestra que, un sistema de mantenimiento total en las empresas, es un procedimiento que se adecua las exigencias y requerimientos del mercado nacional e internacional que demanda y exige calidad y entrega oportuna de los productos. En nuestro país, los sistemas de mantenimiento, ha ido evolucionando en la medida que la tecnología ha ido tomando posicionamiento en las empresas. Cada empresa define sus políticas o procedimientos de mantenimiento para el control, ejecución y planeamiento. A pesar de ello, el Perú está por debajo de algunos países en Sudamérica como Brasil y Chile que han desarrollado políticas de mantenimiento que ha permitido alcanzar mejores niveles de productividad. (González, 2013, p. 19)

A nivel regional, cada empresa aplica el tipo de mantenimiento que requiere sus intereses; todas aplican el mantenimiento correctivo y algunas están en proceso de aplicar el mantenimiento preventivo; casi siempre hacen los procedimientos de rutina como: pruebas, ajustes, servicios, limpieza, lubricación, etc.

El INEI (2013, 23) señala que 1 278 municipalidades en el país (69,5%) tienen alguna maquinaria pesada operativa que la utilizan para ejecutar obras de saneamiento ambiental e infraestructura, lo que observamos de

nuestra perspectiva, no se logra globalizar el uso de equipos pesados en nuestro país, porque tal vez no se cuenta con planes y sistemas de mantenimiento para la buena operatividad. En tal sentido en vez de contribuir estas máquinas al avance y prosperidad de los trabajos; ocasionan grandes retrasos y pérdidas económicas en la solución de fallas, por lo que numerosas instituciones y empresas prefieren realizar trabajos tan solo con personal, mostrando temor a la adquisición de unidades de línea amarilla.

La mayor cantidad de maquinaria pesada en las provincias, se encuentran en Arequipa (9 tractores, 16 motoniveladoras, 16 retroexcavadoras, 24 cargadores frontales y 75 compactadoras), seguido del Cusco, en la provincia de La Convención (11 retroexcavadora, 13 excavadoras, 13 compactadoras, 25 cargadores frontales y 36 tractores). En el último quinquenio las municipalidades del país han logrado la adquisición de 76 cargadores frontales, 77 excavadoras, 96 compactadoras, 138 motoniveladoras y 198 tractores (INEI 2013, p.23).

Podemos señalar que la buena operación y éxito de una empresa en el sector minero, que opera con maquinaria pesada, depende básicamente del mantenimiento total (preventivo – predictivo), este depende de un varias acciones que determinan lo que se debe hacer para asegurar que la maquinaria siga operando y permita maximizar la disponibilidad y de esta manera superar las frecuentes averías que limitan el desarrollo normal del proceso productivo.

Desde la experiencia en la empresa, el porcentaje de tiempos perdidos por mantenimiento correctivo son considerables generando pérdidas económicas por la lejanía del lugar en que operan con respecto al concesionario que provee repuestos de la línea, es difícil la adquisición de accesorios y componentes para la reparación de fallas, el envío de estos demora en llegar y muchas veces se complica la labor de montaje ya que las maquinas se encuentran en campo no contando con la administración

de equipos sofisticados, otro factor que dificulta la labor de mantenimiento correctivo son las condiciones climáticas. También consideramos factor desfavorable a los conocimientos y capacidades del personal de mantenimiento, ya que el nivel de competencia del personal de mantenimiento está limitado al mantenimiento preventivo.

En el año 2014, en la empresa “Ángeles”, el 20% del total de la paralización de la maquinaria fue por fallas o averías no previstas, por ejemplo: desabastecimiento de combustible, engrase, ruptura de mangueras, cambio de aceite, fuga de aceite, reparación de orugas, fisuras en la máquina, cambio de cuchara, daño en la bomba, entre otros.

Específicamente, el proyecto se enfoca en el grupo de maquinaria pesada que operan con paradas frecuentes por la ocurrencia de fallas imprevistas, lo que genera un desabastecimiento suspender el proceso productivo, originando stand by en estos, y por ende operadores sin actividad.

1.2. Trabajos Previos

Para diseñar nuestro plan de mantenimiento total, hemos tomado en cuenta estudios e investigaciones académicas de diversos lugares a nivel regional, nacional e internacional; citamos algunas de ellas:

Maldonado, H. y Sigüenza, L. (2012), en su investigación sobre “Propuesta de un Plan de Mantenimiento para maquinaria pesada de la Empresa Minera Dynasty Mining del cantón Portovelo”. Tesis de Grado. Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca. Cuenca, Ecuador. Establecen un Plan de mantenimiento en una de las empresas que desarrollan actividades mineras y que requiera disminuir los diferentes problemas por el uso de la maquinaria pesada. Una de sus conclusiones establece que es: plan de mantenimiento es un factor claves en la empresa, el cual se debe realizar, cumpliendo las recomendaciones, procedimientos y normas técnicas que se establecen para cada máquina, con la finalidad de que funcione sin interrupciones durante toda su vida útil de la misma”.

Cabrejos, J. (2012) en su investigación sobre la “Contribución al mejoramiento de la gestión logística en el Almacén del área de mantenimiento de maquinaria pesada en la empresa CYOMIN SAC, Dpto. de Cajamarca”. Tesis de Grado. Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú. El objetivo de esta investigación es lograr mejorar la logística en el almacén en el departamento de mantenimiento de la empresa CYOMIN SAC.; una de sus recomendaciones es implementar un plan estratégico y usar un manual de procedimientos para realizar el inventario del almacén de la maquinaria pesada. Una de sus conclusiones fue que a través de la técnica del diagnóstico participativo el personal técnico del almacén logró diseñar un manual de procedimientos para realizar un inventario de repuestos mantenimiento de maquinaria pesada de la empresa.

Gonzales, Ch. (2013).en su investigación sobre “Propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento para maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. Tesis de Grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú. Realiza una propuesta para mejorar técnica y económicamente el Plan de Mantenimiento Preventivo para maquinaria pesada, hace una evaluación del sistema vigente, establece reformas e implementan alternativas técnicas. Una de sus principales conclusiones es: “Las reformas planteadas de ejecutar los Mantenimientos Preventivos con mano de obra propia y, cambiar de proveedores de insumos, nos permite generar un ahorro económico de un 44.07% de los costos de Mantenimiento Preventivo de la flota en cuestión, sin disminuir la calidad de los trabajos e insumos involucrados”.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Es condición necesaria que cada una de las investigación académicas se sustente en marcos teóricos científicos, para tener validez y pueda ser aplicada en diferentes ámbitos según las características comunes que de esta se desprenda. Por ello se hace una referencia teórica y científica

sobre el tema de la presente investigación; citaremos definiciones, características entre otros.

1.3.1. Definición de Mantenimiento

Alpízar (2012, p.11) indica que el mantenimiento es una amalgama de acciones con la finalidad de preservar los equipos e instalaciones funcionando de manera óptima, segura, económico y eficiente.

Girón (2007, p.32), corrobora al definirlo como un conjunto de procesos, operaciones o actividades que se obtiene como consecuencia un resultado de óptimo funcionamiento de una máquina o equipo y que garantiza la competitividad de una empresa.

Chávarry, B. (2011, p.7) lo lleva a la práctica al conceptualizarlo como un sistema que tiene diversas técnicas que prevén las fallas, realizar revisiones, inspecciones, reparaciones, engrases sobre la base de normas establecidas y que garantiza el funcionamiento de la maquinaria, buena operación de la misma y beneficiando a la empresa. Es una instancia que busca siempre que la maquinaria funcione interrumpidamente a lo largo de su vida útil y genere rentabilidad.

1.3.2. Organización del mantenimiento

Apolo, (2012, p. 13) manifiesta que para organizar y planificar el mantenimiento se tiene que realizar sobre la base de tres elementos claves: determinar las funciones, sobre las cuales se desarrollaran las acciones de mantenimiento, siendo asignadas en la misma zona o derivadas a otro lugar; identificación de responsabilidades del mantenimiento, significa que al aplicar el mantenimiento tiene como finalidad asegurar el funcionamiento de la maquinaria en las mejores condiciones de seguridad, reducir paradas innecesarias, eficiente y disminuir costos; y, contar con personal técnico profesional, capacitado, calificado y autorizado para ejecutar acciones de mantenimiento, usando equipos especializados, de alta tecnología, entre otros.

Tabla N° 1: Organización del mantenimiento

ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO		
Funciones:	Responsabilidades:	Se necesita:
<ul style="list-style-type: none"> • Primarias: se realizan indispensablemente • Secundarias: se asignan a otro departamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener el equipo en condiciones seguras • Mantener el equipo eficiente • Reducir paros • Reducir costos 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicos capacitados • Programas de mantenimiento • Revisiones periódicas • Equipos especializados • Constante actualización en nuevas tecnologías

Fuente: Apolo (2013) Sección del Mantenimiento: Asegurar la disponibilidad de la maquinaria

Las actividades básicas de mantenimiento, como señala Castillo (2012, p.34), se sustentan en coherentes procedimientos, políticas y normas que propician la ejecución, control y seguimiento de las actividades siguientes: planificar e inspeccionar, ejecutar, analizar y controlar.

1.3.3. Programas de mantenimiento

Según Castillo (2012, p.34), los programas de mantenimiento se organizan en función de la finalidad que persigue, puede ser para prevención o reparación en la maquinaria; según esto, existen 5 formas de mantenimiento, son: predictivo, preventivo, correctivo, productivo total y proactivo.

1) Mantenimiento predictivo

Chávarry, B (2011, p.15), señala que es una forma de mantenimiento que tiene como finalidad prever y detectar las averías antes que estas ocurran, así da tiempo para tomar acciones correctivas sin suspender el servicio ni detener sus funciones en el proceso de producción o servicio que se brinda. Las acciones predictivas se realizan de forma frecuente y según las características de los equipos u otros. Para su ejecución, requieren de instrumentos de pruebas no destructivas, para

diagnósticos, analizadores de lubricantes y aceites; además incluye tecnología como análisis acústico, inspección infrarroja, análisis de vibración, termografía y ensayos no destructivos.

Klenyis (2006, p. 29) señala que las acciones del mantenimiento predictivo detecta los procesos de desgaste de los equipos en funcionamiento; realizan un análisis e interpretación de datos, los cuales son obtenidos con instrumentos móviles ubicados en los diferentes componentes de los equipos; estos datos se conjugan con la información estadística del análisis de aceite, análisis vibratorios, presiones y revisión de temperaturas. Para cada maquinaria o equipo dentro de una empresa, siempre se conjugaran las acciones predictivas y correctivas que garantizaran su buen funcionamiento.

2) Mantenimiento Correctivo

Ballesteros, (2011, p. 11) señala que también le llaman “mantenimiento reactivo”, su función y actuar es después que ha ocurrido la avería, falla o error; sino sucede ninguna falla, el mantenimiento es vacío o nulo y esperara el momento que ocurra el error para realizar la corrección correspondiente. El mantenimiento correctivo es puntual y depende del desgaste de la vida útil de las piezas, componentes, materiales u otro que es parte de la maquinaria y que requiere ser reemplazado o restaurado. Las acciones que se realizan son tareas no programadas para reemplazar o restaurar los componentes de un activo.

3) Mantenimiento Preventivo

Tamborero (2000, p.27) señala que la finalidad de este mantenimiento es disminuir las probabilidades que ocurra una falla o error en la maquinaria o instalación, planifica sus acciones con una frecuencia recurrente durante toda la vida útil de la maquinaria. Las intervenciones son programadas o según el caso realizar reemplazos de piezas o componentes de acuerdo a tiempo y espacios establecidos (kilometraje recorrido, horas de servicio, toneladas producidas).

Este mantenimiento se origina en el análisis estadístico de la vida útil de los equipos y sus componentes, basado en el reemplazo regular de los componentes, al margen de su estado de desgaste o deterioro del mismo. La desventaja es el nivel de incertidumbre para identificar el momento de realizar el reemplazo de piezas o componentes.

También se le llama mantenimiento planificado, su objetivo es identificar y realizar reparaciones de menor grado antes que aparezca el estado crítico o falla grave. La finalidad es evitar interrupciones durante la vida útil de la maquinaria a través de inspecciones y revisión frecuente para garantizar el funcionamiento. Son acciones planificadas según las indicaciones de los proveedores o fabricantes. Las acciones a realizar, son: inspecciones, limpieza, ajustes, lubricaciones, calibraciones y análisis.

4) Mantenimiento Proactivo

Hernández (2010, p.56) señala que es el mantenimiento que tiene las condiciones necesarias para ser más efectivo e eficiente; para su ejecución requiere de instrumentos de alta tecnología para poder hacer los diagnósticos de fallas o averías; tiene características del mantenimiento predictivo, con la diferencia que utiliza material electrónico o rayos X para identificar desgaste, fisuras en las piezas elementales para que opere la maquinaria y que son difíciles de detectar en una inspección rutinaria. Es de mucha ayuda para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo, pero demanda mucho gasto por la alta tecnología que usa.

1.3.4. Mantenimiento Productivo Total

1) Definición

Chávarry, (2011, p.36) el Mantenimiento es un enfoque innovativo que mejora la certeza de los equipos y propicia un mantenimiento autónomo a través de las actividades diarias que involucra a todo el personal de las empresa. La efectividad de los equipos está en función de un buen

equipo de personal técnico calificado. La finalidad es ambiciosa, es obtener una “Meta Cero Defectos” de los equipos, esto significa: cero productos defectuosos, cero tiempo de parada, cero pérdida de velocidad de equipos; se usa en empresas grandes que le permite aumentar la producción del mantenimiento y disminuir los precios, así se convierte en un uso permanente y común.

2) Concepción del MTP

Muñoz, M. (2007, p.22) señala que el MTP se sustenta en la forma de pensar japonesa sobre el "Mantenimiento al primer nivel", consiste en que el usuario realiza tareas pequeñas de mantenimiento: inspección, reglaje, reemplazos pequeños, entre otros, proporcionando al jefe de mantenimiento la información requerida para que las demás actividades se puedan realizar en mejores condiciones y conocimiento. Señala que mantenimiento es para tener las instalaciones en mejor estado, productivo, tiene que ver con la productividad de la empresa y total tiene que ver con la participación total del personal de la empresa. El MTP hace que todo el personal asuma responsabilidades para ejecutar el programa de mantenimiento con la finalidad de maximizar el funcionamiento de los equipos y bienes. Se enfoca en el factor humano de la empresa y se distribuyen la tareas en grupos pequeños y a través de una motivadora directiva.

Como señala Pacheco (2014, p.43), que al diseñar un plan TPM, se considera los procesos productivos, concentra los esfuerzos en incrementar la capacidad productiva para obtener la producción óptima y eficiente, utilizando el tiempo necesario, recursos básicos, sin derrochar nada

3) Inicio del TPM

Pacheco (2014, p. 44) precisa que el sustento del TPM inicia con el surgimiento de los procesos de gestión flexible de la producción. Frente a la frecuencia de problemas, surge el JIT (JUST IN TIME) que tiene

como finalidad realizar una producción ajustada, considerando tiempos para cumplir los procesos luego se origina el sistema de gestión TQM (TOTAL QUALITY MANAGEMENT), tiene como principio básico implementar proceso, productos y servicios son fallas o defectos. Juntando estos dos sistemas (JIT, TQM) se obtiene como resultado una empresa competitiva, usa la mínima cantidad de recursos en la producción, entonces recién se puede hablar de una sistema de MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El JIPM (Japan Institute Plant Maintenance) uso la denominación TPM en los años 70, como lo señala Gonzales. (2005, p. 62) y, refiere que al inicio del TPM, sus actividades estaban vinculadas al área de producción que desarrollaba la industria automotriz, iniciando una cultura corporativa en empresas, como: Nissan, Toyota y Mazda; luego se implementó en las empresas afiliadas, proveedores, entre otras, promoviendo una nueva forma de gestión que pueda incrementar la eficiencia total de los equipos, implementando un plan de mantenimiento preventivo durante la vida útil de los equipos, involucra a todo el personal de la empresa sin considerar el cargo o responsabilidad que asumen y motivándose mutuamente a través de la formación de grupos pequeños

4) Filosofía del TPM

Escudero (2007, p. 17) indica que la base del mantenimiento total (TPM) se sustenta en la filosofía japonesa y los cimientos de esta filosofía es el método o sistema de las 5 “S”, se llama así el uso de la primera letra de las palabras en japonés; esta técnica de gestión se inició en la empresa Toyota, en la década de 1960 con la finalidad de organizar mejor el trabajo, ordenado y limpio de forma frecuente y así incrementar la productividad y obtener un ambiente laboral óptimo. Las palabras japonesas son: Seiso, Seiton, Seiri, Seiketsu y Shitsuke y se traducen como: limpieza, orden, organización, estandarización y disciplina. Sobre esta base y sustentando el TPM, los pilares: Pilar de

Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento planificado, Mantenimiento de Preventivo, Pilar de Mejoras Enfocadas, Pilar de Gestión Temprana de Equipos y Productos, Pilar de Seguridad Laboral y Medio Ambiente, Pilar de Formación y Desarrollo y Pilar de TPM en Administración.

5) Articulaciones con otros tipos de mantenimiento

Para la implementar el mantenimiento autónomo, requiere una organizar el puesto o sección de trabajo que se va dedicar la producción; luego se organiza las herramientas, se codifican y ubican en un lugar específico; priorizando la ubicación de las herramientas, según la frecuencia de uso.

Pacheco (2014, p. 45), citando a Torres, M. (1996, p, 51) señala que el Mantenimiento Planificado, es un conjunto de acciones debidamente planificadas y ordenadas que tiene como finalidad lograr los objetivos previstos en el TPM que se va ejecutar en una empresa: cero pérdidas, cero averías y cero accidentes; estas actividades planificadas serán ejecutadas por personal profesional calificado y autorizado para realizar acciones de mantenimiento y utilizar técnicas para diagnosticar los equipos.

El mantenimiento planificado es clave para lograr con éxito los objetivos del TPM, estos son: priorizar acciones preventivas para reducir las actividades correctivas, diseñar un programa de mantenimiento eficiente durante la vida útil de los equipos y procesos para obtener un incremento económico al obtener un eficiente funcionamiento de los equipos

El mantenimiento planificado se realizará usando actividades de del mantenimiento especializado, ejecutado por el área de mantenimiento, con tareas del mantenimiento autónomo siendo responsable el personal de producción. Ambos responsables deberán coordinar para funcionar de manera armoniza y garantizar mantenimiento planificado de calidad.

El objetivo principal al implementar un mantenimiento planificado es acondicionar y adaptar las tareas frecuentes que se realizan a la maquinaria para prevenir las fallas o errores, como: cambios de aceites, inspecciones, reemplazo de correas de transmisión, herramientas de corte, entre otras. Es fundamental la articulación entre el área de mantenimiento y el departamento de producción.

Gonzales. (2009, p. 32), señala que el Mantenimiento Preventivo es un soporte elemental en el TPM, su ejecución se realiza en un taller acondicionado adecuada mente, con equipos y tecnología actual. Las actividades de mantenimiento son programadas e incluso incluye reemplazo de piezas; las actividades son frecuentes para garantizar el funcionamiento de los equipos; realizar el reemplazo de piezas, aún sin presentan fallas o están en buen estado. La finalidad de este mantenimiento es observar e inspeccionar de manera frecuente a los equipos para identificar averías o fallas en la etapa inicial de funcionamiento, identificar los puntos críticos, corregirlos, entre otros.

Torres (1996, p. 21), señala que el Mantenimiento Correctivo, es otro de los soporte del TPM, se ejecuta en talleres especializados, con alta tecnología y cuenta con personal calificado y autorizado. Las acciones que realizan son para hacer reparaciones de motores y de todos aquellos elementos o componentes de la maquinaria; facilita las acciones del mantenimiento preventivo. Aquí se realizan todas las mejoras que solucionan los puntos críticos o débiles de la maquinaria.

6) Características del TPM

La forma de operar el TPM, es usando una metodología que está presente en todas las etapas de vida de los equipos o maquinaria e maximiza la participación y responsabilidad del personal de la empresa en la realización de las actividades de mantenimiento en el proceso de producción, conservación y cuidado de los equipos y recursos.

Pacheco (2014, p. 49), señala que el TPM es una nueva forma de conceptualizar el mantenimiento, se sustenta en 5 principios básicos:

- a) Colaboración y participación activa del personal de la empresa, sin considerar cargo o función que tenga, incluye a todos sin excepción para garantizar el logro de los objetivos planteados.
- b) Una cultura corporativa que propicia la alta eficiencia en la producción a través de la alta gestión de la maquinaria y equipos para llegar a la Eficacia Global.
- c) Implantar un sistema de gestión en secciones y procesos productivos para eliminar pérdidas y lograr con calidad los objetivos.
- d) Implantar un mantenimiento preventivo como un factor para lograr cero pérdidas a través de grupos pequeños de trabajo y apoyado por el mantenimiento autónomo.
- e) Aplicar sistemas de gestión en todo el proceso de producción: diseño, desarrollo, almacén, dirección, ventas, otros.

Aplicar el TPM en una empresa, garantiza mayor productividad de la maquinaria o equipos, beneficios corporativos, incremento de capacitación del personal, reorganización de cargos y responsabilidades. La necesidad de aplicar el TPM, partimos del hecho que en la empresa existen errores o fallas, hay un personal sin instrucciones, existen paradas innecesarias, bajo rendimiento y baja rentabilidad; existe limitaciones para ser una empresa competitiva, como lo señala Morales (2012, p. 33). Por eso la necesidad de implementar un TPM en las empresas y frenar esta realidad insostenible e indeseable.

Las ventaja de aplicar un TPM son porque recude costos, asegura la calidad de los productos, optimiza los servicios, supervisa y controla el desarrolla de la empresa.

7) Beneficios del TPM

Implementar un TPM, es un proceso que se va consolidando con los años en una empresa, demanda la participación de todo el personal: desde la dirección hasta el responsable de la puerta de ingreso. La filosofía del TPM se basa en pautas y procesos que no son acelerados o precipitados, sino que se establecen fases que hacen del TPM una poderosa herramienta.

Al aplicar un plan de mantenimiento total que tiene como fin disminuir las pérdidas, fallas y averías e incluso que sea cero para optimizar el funcionamiento de las máquinas durante su vida útil de funcionamiento, debemos hacer un análisis detallado de los componentes, partes y estructura de las máquinas.

8) Fases el TPM

Según Pacheco (2014, p. 51) la implementación del TPM se realiza en 4 fases con objetivos propios: preparación, introducción, implantación y estabilización. Cada una de estas etapas se dividen en 12 etapas que van desde decidir aplicar un TPM hasta la aplicación del mismo. En cada etapa se ejecutan acciones de gestión para implementar y ejecutar el TPM.

- a) Primera Fase, Preparación; contempla 5 etapas: decisión de aplicar TPM, recopilación de datos e información sobre TPM, diseñar una estructura orgánica y promocional, diseñar políticas y objetivos del TPM y definir el plan maestro para la ejecución del TPM.
- b) Segunda Fase, Introducción; incluye una (1) etapa y es el arranque formal del TPM en la empresa.
- c) Tercera fase, Implantación; contempla 5 etapas: mejoras de los equipos, ejecución programa de mantenimiento autónomo, ejecución

del programa mantenimiento planificado, capacitación personal de operación y aplicar la gestión de equipos.

- d) Cuarta fase, Consolidación, incluye una (1) etapa y es la consolidación del TPM y elevación de la metas.

1.3.5. Averías y fallas

Torrell (2010, p. 23) señala que las pérdidas son condicionantes que limitan lograr el nivel de eficiencia global de los equipos. Para eliminar las pérdidas es necesario hacer un complejo análisis para identificar sus causas que las originan; así mismo realiza vinculaciones de causas y sus efectos, esto puede suceder en cada caso o incidencia

Han determinado que existen 6 pérdidas grandes en los equipos, organizados en 3 categorías, clasificadas por el tipo de defectuosidad que incide en el rendimiento y son: tiempo de vacío y muertos, contempla las averías, tiempos de reparación y ajustes de equipos; pérdidas de velocidad del proceso, contempla pérdidas de funcionamiento a velocidad reducida y tiempo en vacío y paradas cortas; y, procesos defectuosos que incluye las pérdidas de defectos de calidad y repetición de trabajos y puesta en marcha.

Existen casos en que un solo defecto es la causa de una falla o avería y son de tipo esporádico; también hay combinación de defectos pequeños y ocultos, como: polvo, partículas, suciedad, tornillo malo ajustado, abrasión, vibraciones, entre otros, generan problemas complejos e incluso difíciles de identificar los agentes que lo provocan

Liza (2012, p.31), señala que es el tiempo de vida de los equipos pesados puede funcionar en condiciones operativas y las fallas que se pueden presentar en este tiempo no son uniformes a durante su vida, sino varían de manera frecuente desde el inicio hasta el final. Las fallas son las alteraciones de la capacidad de un trabajo del sistema y son: Fallas

prematuras, se presentan durante el periodo de pruebas; se pueden decir en la infancia de un equipo. Su origen más usual son: Defecto fabricación y diseño y material defectuoso. El tiempo es corto con respecto al tiempo de garantía y desciende después del periodo de prueba. Fallas casuales, se presentan durante el periodo normal de trabajo, son imprevisibles, el índice de fallas son constantes, representan la vida útil promedio de un equipo, una vez pasada esta empezará los trabajos preventivos de reparación. Las características de las fallas de desgaste, son por la disminución de su estado inicial de manera irreversible del componente, por el uso y funcionamiento o del mismo diseño.

A mayor tiempo de funcionamiento, se incrementa el índice de fallas del periodo de desgaste; para evitar su crecimiento es necesario realizar un mantenimiento integral y garantizar la disponibilidad y confiabilidad.

1.3.6. Criticidad de la maquinaria pesada

Chavarría, (2010, p. 71) dice que el sistema de criticidad de los equipos pesados se clasifica de acuerdo a su importancia y frecuencia de uso en la planta o en el caso de fallar, según la incidencia de accidentes o daños que ocasiona.

El nivel de criticidad es clasificado por el personal del área de mantenimiento y la gerencia general de la empresa y lo realizan según las prioridades para el MP y MPD. Para establecer un nivel de criticidad se realiza usando método simples, lista de equipos por orden de su importancia o muy complejos, donde intervienen muchas variables. Se propone algunos niveles de criticidad:

- 1) **Nivel de criticidad 1**, se determina a los equipos que no deben fallar. Si fallará, provocaría el cierre de una sección o de toda la planta de producción y demandaría una pérdida enorme para la empresa.

- 2) **Nivel de criticidad 2**, se determina a los equipos que no deberían fallar, pero si tuviera una falla, no afectaría al proceso productivo; las razones que el impacto no afectaría es porque hay un equipo para reemplazar, se repara inmediatamente la falla, entre otras. En este nivel se encuentra la mayoría de equipos.
- 3) **Nivel de criticidad 3**, se asigna a todos los demás equipos y son considerados dentro del plan de mantenimiento proactivo. Se programan las tareas de mantenimiento y no afecta en absoluto.

Es importante determinar el nivel de criticidad porque permite llevar a cabo de manera eficiente las actividades del MP y lograr las metas propuestas: cumplir el 100% con el MP en los equipos.

Para realizar el análisis de criticidad se propone los siguientes criterios:

- a) Seguridad, evitar daños personales por la incidencia de eventos u ocurrencias no previstos
- b) Ambiente, evitar daños al medio ambiente por incidencia de daños no previstos
- c) Producción, evitar que los daños ocasionen la paralización del proceso productivo
- d) Continuidad Operacional, cuando ocurre una falla, demanda costos a nivel operacional, mantenimiento y de la misma falla.

1.3.7. Lubricantes

Uno de los componentes determinante para un buen funcionamiento de la maquinaria pesada son los lubricantes; Gulf (2002, p.34) señala que los lubricantes son líquidos de origen vegetal, mineral animal o sintético, también son sustancia sólidas que se usan para evitar el roce entre metales, piezas o mecanismos que están en movimiento. Se usan en zonas donde los lubricantes líquidos son difícil de aplicar o incompatibles (altas temperaturas, muy bajas presiones, piezas lubricadas de por vida, entre otros). Las grasas, son los más conocidos como agentes espesantes.

La función de los lubricantes no solo es para reducir el roce de las piezas, también tiene otras funciones, como: eliminar impurezas, refrigerante, anticorrosivo, sellante, antidesgaste y transmisor de energía. Cuando se aplica correctamente los lubricantes, evita que las piezas se desgaste por el roce o frotamiento, aprovecha la energía al evitar el roce entre piezas que evita el movimiento y produce calor.

El aceite es un refrigerante, facilita el mantenimiento del equilibrio térmico de los equipos, disipa el calor por el rozamiento, combustión entre otros. Es la segunda función más importante, después de lubricar, sobre todo donde no existe un sistema de refrigeración o no pueda acceder a algunas piezas de algunos componentes de los equipos y que solamente puede ser eliminados a través del aceite (cojinetes de biela y de bancada, parte interna de los pistones en los motores de combustión interna). A nivel general, el aceite puede eliminar entre 10% y 25% del calor total generado por los equipos.

El aceite elimina las impurezas de todo tipo en los equipos; algunas impurezas son producto del mismo funcionamiento (combustión en los motores de explosión), partículas que se originan por la corrosión o desgates, contaminación externa (agua, polvo, otros). El aceite logra eliminarlas de la circulación y las mantiene suspendidas dentro y los conduce a los filtros correspondientes; esta acción es elemental, evita que las partículas se almacenen en los componentes de la maquinaria y no propicie de manera rápida su desgaste produciendo efectos altamente negativos en los espacios lubricados. La lógica es: el lubricante se tiene que ensuciar para mantener siempre limpia a la máquina.

Una de las principales propiedades de los lubricantes es ser reductores de la fricción y anticorrosivos; se puede usar aditivos específicos para conservar la corrosión de los tipos de metales y aleaciones que constituyen las estructuras y piezas de los componentes de los equipos.

La misión de lubricante es ser sellante, detiene las posibles fugas de otros gases o líquidos donde se puedan dar y pueda contaminar el aceite y disminuir el rendimiento del motor. La cámara de combustión en los motores de combustión interna y los émbolos en los amortiguadores hidráulicos son dos ejemplos donde un lubricante debe cumplir esta función.

Es un transmisor de energía, es una función única de los fluidos hidráulicos, el aceite lubricante, además de realizar las funciones descritas, tiene el rol de transmitir energía entre los componentes de un sistema..

1.3.8. Maquinaria Pesada

La empresa La Granja, se cuenta con un cargador frontal, dos motoniveladoras, dos rodillos, tres retroexcavadoras, 4 excavadora, de los cuales detallaremos en lo sucesivo.

1) El cargador frontal

Es una máquina que se usa para llenar los volquetes con materiales, transportar materiales a corta distancia. Está constituido por una rueda o tren de rodaje, tiene un bastidor articulado, si son accionados por cadena, su tren de rodaje es fijo; están equipados con un cucharón, brazos de levante, torre, y un contrapeso que ayuda al soporte de la carga.

2) La motoniveladora

Es una máquina que usa siempre en las construcciones de carreteras y nivelar terrenos, también se les llama patrol; cuentan con una cuchilla montada montada sobre una tornamesa, un ripper y un escarificador; éstas usan neumáticos y tienen un bastidor articulado.

3) El rodillo vibrocompactador

Se usa para realizar compactaciones de los rellenos sanitarios o solo tierra; está constituido por dos neumáticos y un rodillo que puede ser

liso o de piones; en ocasiones usa una cuchilla pequeña que hace la limpieza del terreno para facilitar su desplazamiento. Se usa el nombre de vibro porque usa un sistema de vibración del rodillo para mejor compactación.

4) Las retroexcavadoras

Esta máquina es la combinación de las excavadoras y los cargadores frontales pero de tamaño menor. Está constituida de un cucharón en la parte frontal y un brazo de excavadora en la parte trasera; tiene estabilizadores en la parte trasera, donde está el implemento de excavación, que equilibra y ajusta la distribución de peso con facilidad. La retroexcavadora, tiene una transmisión estándar con modulación eléctrica y por ello tiene 4 velocidades para avanzar o retroceder, con sincronización en todas las marchas. Por la permanente superposición de las marchas en todos los sentidos, facilita hacer el cambio de marcha sin frenar, sea para bajar o subir. El arranque en neutro detiene el arranque de la máquina, mientras que la modulación de la transmisión está conectada.

5) La excavadora o pala mecánica

Es una máquina autopropulsada, que usa orugas o neumáticos, con una capacidad de poder girar en 360° (para un sentido u otro y de manera ininterrumpida); su función es excavar terrenos, eleva, carga, gira y descarga materiales por el accionar de la cuchara, fijada a un conjunto formada por pluma y brazo o balancín, sin que la estructura portante o chasis se desplace. El chasis es una estructura portante desplazable mediante cadenas o ruedas neumáticas.

1.4. Formulación del problema

¿Cómo beneficia la propuesta de un plan de mantenimiento total para la maquinaria pesada en la Empresa Ángeles – Proyecto Minero la Granja, 2015?

1.5. Justificación del estudio

El investigación presente, tiene el propósito realizar un Plan de Mantenimiento Total para el mejor funcionamiento de la maquinaria pesada en la Empresa Ángeles – Proyecto Minero La Granja.

A nivel económico, se realiza en el sentido que la empresa busca minimizar los costos productivos para poder ser competitivos en este mundo globalizado y cambiante; una manera de reducir los costos es aplicando de manera eficiente un plan de mantenimiento total que, implica acciones para eliminar pérdidas, fallas, averías y todo aquello que limite el buen funcionamiento del proceso productivo o el funcionamiento óptimo durante la vida útil y económica de la maquinaria pesada. La finalidad es reducir los costos por servicios de mantenimiento y optimizar el funcionamiento durante la vida útil, cumpliendo con fines para la que fue construida, basándose en estudios y sugerencias.

A nivel tecnológico, la empresa Ángeles – Proyecto Minero La Granja, ubicada en el Distrito de Querocoto, Chota, Cajamarca; ha incorporado nueva maquinaria pesada con el fin de elaborar y ejecutar proyectos de desarrollo sostenible, han adquirido una flota de equipos pesados, que vienen siendo usados en proyectos de desarrollo, donde los equipos son de mucha utilidad; sirven para generar y reforzar la infraestructura en la región norte del país, pero estos equipos pesados han venido operando sin tener un plan de mantenimiento, generando numerosas paradas imprevistas de la maquinaria.

A nivel social, el plan de mantenimiento total, tendrá éxito, si el personal que participa en su ejecución: operarios, técnicos, mecánicos y otros; cumplan con las recomendaciones y procedimientos indicados por el fabricante y las condiciones de uso de la maquinaria; esto garantiza un clima de armonía en el trabajo. Nuestro trabajo de investigación, describirá todos los procedimientos a seguir para una correcta evaluación y análisis de los componentes para el diseño de un buen plan de mantenimiento total.

Esta investigación es importante para la empresa, a pesar que cuentan con un plan de mantenimiento, no logran optimizar la disponibilidad de la maquinaria pesada, acorde a las exigencias y a la severidad de los trabajos, por lo que proponemos implementar un plan de mantenimiento total con el fin de reducir las frecuencia de fallas, costos por mantenimiento correctivo; con un diagnóstico de fallas se determinará las causas raíces especialmente en los componentes hidráulico, potencia y motor diésel, usando técnica de análisis de niveles de funcionamientos con el fin de evitar ocurrencia de averías y programar manteamiento.

La presente investigación se justifica porque busca optimizar los recursos económicos al proponer un plan de mantenimiento total, con el cual se obtendría una disponibilidad considerable de sus equipos, reduciendo costos por paradas no programadas debido a mantenimientos correctivos. En ese sentido será un instrumento para generar procedimientos y políticas de mantenimiento en general para la empresa.

Está investigación académica, tiene una implicancia práctica, usa diversas tecnologías para evaluar, inspeccionar y corregir el estado de los componentes de un equipo, midiendo y analizando parámetros que permitan identificar fallas o averías para prevenirlas o corregirlas a través de un plan de mantenimiento y que la maquinaria funcione en óptimas condiciones, así como reducir sus costos

Esta investigación será una fuente de consulta y un antecedente académico para la Universidad Cesar vallejo, en donde los estudiantes y profesionales lo usarán como fuente de referencia.

1.6. Hipótesis

Si se realiza una propuesta de un Plan de Mantenimiento Total, entonces se beneficiará la maquinaria pesada en la Empresa Ángeles – Proyecto Minero la Granja.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Formular un Plan de Mantenimiento Total para la maquinaria pesada en la Empresa Ángeles – Proyecto Minero La Granja.

1.7.2. Objetivos Específicos

- a. Evaluar y describir las condiciones, características y procedimientos del sistema de mantenimiento actual
- b. Identificar causas por las cuales los equipos fallan y ocasionan paradas imprevistas.
- c. Evaluar el nivel de disponibilidad y rendimiento de equipos.
- d. Diseñar y aplicar un plan de estrategias de mantenimiento total.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

La investigación es No Experimental – Descriptiva – Transversal y de tipo Aplicada. Describieron datos y hechos sobre los equipos pesados tal como son, sin hacer alguna participación que los altere o condicione su actuar y resultados. Además los conocimientos generados y las conclusiones de la presente investigación ayudaron a solucionar problemas prácticos (fallas y averías de la flota de maquinaria pesada), su objetivo es práctico y utilitario

2.2. Variables, operacionalización

Tabla N° 2: Operacionalización de la variable independiente

Variable	
V.I.: Plan de Mantenimiento Total	
Definición conceptual	
Es la combinación de actividades ordenas, precisas y permanentes que garantizas el funcionamiento eficiente y normal de los componentes de equipos, sistemas y accesorios durante el tiempo de vida de una máquina o similar.	
Definición operacional	
Diseño de un Plan de Mantenimiento Total.	
Indicadores	Escala de medición
Estado maquinaria pesada	Malo, regular, bueno y muy bueno
Capacidad de rendimiento, utilidad y productividad	Malo, regular, bueno y muy bueno
Metas y objetivos	Si o No
N° Actividades realizadas	Semana _____ Mes _____
Recursos disponibles	Si o No
N° de Formatos a utilizar	01 – 02, 03 – 04, 05 – 06 y 07 – 08
Recursos disponibles	Si o No
Estructura orgánica	Si o No
Reglamento de Organización y funciones	Si o No
N° de fallas	Semana _____ Mes _____
Tiempos de fallas	01 – 02 horas, 03 – 04 horas y 05 – 06 horas
Tiempo estimado por servicio	01 – 02 horas, 03 – 04, horas, 05 – 06 horas y 07 – 08
Tiempo usado	01 – 02 horas, 03 – 04 horas, 05 – 06 horas y 07 – 08
Tiempo perdido	01 – 02 horas, 03 – 04 horas, 05 – 06 horas y 07 – 08
Horas producción máquinas	01 – 02 horas, 03 – 04 horas, 05 – 06 horas y 07 – 08
Horas hombres de operarios	01 – 02 horas, 03 – 04 horas, 05 – 06 horas y 07 – 08
N° de equipos y herramientas	01 – 5, 06 – 10, 11 – 15, 16 – 20, 21 – 25, 26 - 30
N° de repuestos	01 – 5, 06 – 10, 11 – 15, 16 – 20, 21 – 25, 26 - 30
Inventario	Si o No

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 3: Operacionalización de la variable Dependiente

Variable	
V.D: Operatividad de maquinaria pesada	
Definición conceptual	
Planificar o adaptar actividades que permitan a la maquinaria funcionar de manera eficiente logrando el mejor resultado durante la vida útil	
Definición operacional	
Seguimiento y control del plan de mantenimiento	
Indicadores	Escala de medición
Seguridad	Malo, regular, bueno, muy bueno
Riesgo	N° de fallas por semana y mes
Productividad	N° de Actividad por horas

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

La población fue una flota de 18 unidades de maquinaria pesada y que involucra a las personas, que asciende a un total de 87 personas.

La muestra está constituida por 12 unidades de maquinaria pesada de la empresa e involucra al personal que labora en el Área de Mantenimiento de la Empresa y que asciende a un total de 21 personas

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas que se emplearon fueron las siguientes:

- a. Entrevistas:** Las entrevistas estructuradas o diálogos a modo de conversación acerca del tema de interés para obtener información sobre mantenimiento y neumáticos.
- b. Encuesta:** a los sujetos de estudios, de manera particular a 21 personas elegidas.
- c. Fuentes secundarias:** se consideró a los textos especializado en los temas de fondo que se indican en la referencia bibliográfica.
- d. Observación:** permite constatar hecho, procedimientos, aplicación de técnicas entre otros, a fin de obtener una representación adecuada.

2.5. Métodos de análisis de datos

Para realizar el análisis de datos, se usó el programa Microsoft Excel, con este programa se procesó, ordenó y clasificó datos e información concerniente a la presente investigación, elaborando base de datos, gráficos y datos estadísticos por frecuencia y porcentajes.

2.6. Aspectos éticos

Se aplicaron los siguientes principios

a. El principio de la autonomía

Es el derecho que tienen las personas para tomar decisiones por si solas, teniendo conocimientos de los actos y sin presión o condicionamiento alguno. Implica el deber de respetar el libre albedrío de todas las personas.

b. El principio de beneficencia

Es el derecho que tiene las personas de vivir según su propia forma de entender la vida, felicidad e ideales. Trae como consecuencia el deber de propiciar el bien de las demás personas, según su propio criterio.

c. El principio de no-maleficencia

Es el derecho que tiene toda persona para no ser Determina el derecho de toda persona a no ser discriminada por consideraciones biológicas, como raza, sexo, edad, situación de salud, etc. Determina el correspondiente deber de no hacer daño, aun cuando el interesado lo solicitara expresamente.

d. El principio de justicia

Define el derecho de toda persona a no excluido por su condición económica, social, política, cultural o ideológica. Implica el deber de respetar la variedad en los temas arriba indicados y participar en la distribución equitativa de los beneficios y riesgo en la población.

III. RESULTADOS

3.1. OBJETIVO N° 1: Evaluar y describir las condiciones, características y procedimientos del sistema de mantenimiento actual

3.1.1. Información general de la empresa

- | | |
|-----------------------------|---|
| a) Razón Social | : Ángeles Minera y Construcción S.A.C. |
| b) RUC | : 20453537537 |
| c) Página Web | : http://www.angelesmyc.com.pe |
| d) Tipo Empresa | : Sociedad Anónima Cerrada |
| e) Condición | : Activo |
| f) Fecha Inicio Actividades | : 01 / Septiembre / 2000 |
| g) Actividad Comercial | : Alquiler maquinaria y Equipos de Construcción |
| h) CIU | : 71221 |
| i) Dirección Legal | : Jr. Sucre Nro. 479, La Florida |
| j) Distrito / Ciudad | : Cajamarca |

3.1.2. Condiciones y características del mantenimiento actual

La empresa viene aplicando un plan de mantenimiento por decisión y voluntad política de la empresa para dar mantenimiento a sus equipos pesados.

La percepción que tiene el personal de mantenimiento es que la estructura orgánica de mantenimiento cumple con su función de manera eficaz y rápida

Es urgente, incorporar nuevos elementos en el sistema de mantenimiento para optimizar el funcionamiento de los equipos pesados,

El personal que labora en el área de mantenimiento, no están capacitados ni preparados para hacer las labores de mantenimiento de los equipos pesados en la empresa. No reciben una preparación constante. El personal

actual, no se abastece para cubrir las labores de mantenimiento de los equipos pesados. Estos datos nos permiten conocer de la necesidad de especializar al personal que destina la empresa para el mantenimiento y distribuirla de tal manera que permita cubrir las demandas de mantenimiento de los equipos pesados.

No cuentan con un inventario en el área de mantenimiento para equipos pesados.

Tienen un presupuesto para el mantenimiento de los equipos pesados. Esta información ratifica la voluntad y decisión política que tiene la empresa para dar mantenimiento a sus equipos pesados

Tiene acceso y encuentran fácilmente los repuestos para el mantenimiento de los equipos pesados. Estos datos permiten reconocer que en la empresa cuentan con los repuestos para poder ejecutar un mantenimiento a los equipos pesados.

Cuentan con espacio suficiente para hacer las actividades de mantenimiento. Esta información, nos muestra otra evidencia de cómo la empresa está preocupada por brindar un sistema de mantenimiento a sus unidades y equipos pesados

No se planifican la paralización de los equipos pesados para dar mantenimiento. Esta información nos muestra que existe una falta de organización en el mantenimiento de los equipos pesados y debe ser considerada en la propuesta a realizarse.

No existe un registro de los mantenimientos que dan a los equipos pesados. Nos permite observar que es necesario propiciar los formatos necesarios para registrar las actividades u ocurrencias que se realicen con relación al mantenimiento de los equipos pesados en la empresa.

No existe una capacitación y actualización suficiente del personal de mantenimiento, no logran cumplir con los correctos procedimientos al momento de inspeccionar la maquinaria pesada. Es necesario reforzar las actividades de capacitación al personal para garantizar eficiencia y calidad en los servicios de mantenimiento de los equipos pesados

No tienen un área responsable de abastecer repuestos para el mantenimiento de los equipos pesados. Aun cuando la mayoría indican que tienen acceso a repuestos, no cuentan con un área exclusivamente para dicho abastecimiento.

Cuentan información técnica útil para realizar mantenimiento de los equipos pesados. El personal, indica que existen manuales de operación y funcionamiento de la maquinaria pesada, allí se detalla la forma cómo deben dar mantenimiento según el fabricante.

La empresa NO brinda las facilidades para que el personal de mantenimiento de capacite en lo referente a mantenimiento de maquinaria pesada.

No realizan evaluaciones periódicas al personal a cargo del mantenimiento de los equipos pesados en la empresa. Esta información guarda relación con la capacitación al personal, por lo tanto para poder brindar un servicio eficiente y de calidad, es necesario evaluar y capacitar periódicamente al personal de mantenimiento, en lo referente a mantenimiento de equipos pesados.

Existe un exceso de gasto que no se justifica con los resultados y operatividad de los equipos pesados. Aquí se puede percibir que a pesar que la empresa tiene la voluntad y decisión política para brindar mantenimiento a los equipos pesados, esta labor, no está dando los resultados esperados y por lo tanto requiere de cambios y mejorar para garantizar un buen resultado en la relación costo y mantenimiento eficiente.

La empresa, destina herramientas, instrumentos y demás recursos para lograr un buen mantenimiento de los equipos pesados de la empresa. Esta información es otro indicador de que la empresa tiene la voluntad y decisión de mejorar e implementar una mantenimiento total para los equipos pesados.

No realizan estudios previos para las actividades de mantenimiento de los equipos pesados en la empresa. Esta información debe ser incluida en el plan de mantenimiento a proponer, por ser relevante en optimizar el tipo de mantenimiento que se quiera realizar.

Hace un manejo adecuado de los desechos sólidos para que no afecte al medio ambiente Existe la voluntad y la acción de cuidar el medio ambiente y al mismo tiempo cuidar la salud del personal que labora en mantenimiento al hacer un buen manejo de los desechos sólidos.

3.2. OBJETIVO N° 2: Identificar causas por las cuales los equipos fallan y ocasionan paradas imprevistas.

3.2.1. Análisis FODA sobre el mantenimiento en la empresa

Utilizando la metodología FODA, se analizó la situación del mantenimiento en la empresa y es el siguiente:

1) Fortalezas

- a. El personal tiene una buena capacidad de respuesta frente a fallas o averías imprevistas que surgen en el equipo de mantenimiento.
- b. Los mecánicos y técnicos, tienen una buena capacidad para aprender, en particular para adaptarse a las nuevas tecnologías.
- c. Tienen un alto grado de puntualidad y responsabilidad para ejecutar las actividades o tareas que les corresponde o encomiendan.

2) Oportunidades

- a. El personal de mantenimiento tienen capacitaciones periódicas sobre operaciones y técnicas de mantenimiento, seguridad personal, primeros auxilios, manejo defensivo, entre otros.
- b. La empresa ha adquirido equipos y herramientas de seguridad personal para que puedan ejecutar las labores de mantenimiento garantizando la seguridad e integridad física.

3) Debilidades

- a. El área o sección de mantenimiento no tienen una estructura orgánica y funcional definida. Falta una mejor organización.
- b. Existe poco personal profesional y calificado para hacer el mantenimiento y carece de una noción de gestión de mantenimiento de equipo pesado.
- c. No existe un registro sobre la forma cómo se ejecuta el mantenimiento, historial de fallas, características técnicas de los equipos pesados, horas de trabajo, entre otros.

4) Amenazas

- a. No hay una motivación frente a la extenuante labor y condiciones en que se realiza el mantenimiento de la maquinaria pesada.
- b. No hay una programación para adquirir repuestos y por ello hay un elevado costo por repuestos.
- c. Existe frecuencia de mantenimiento correctivos y con ello mucho tiempo perdido de la maquinaria pesada.
- d. Existe una frecuencia alta de incidentes y accidentes al momento de ejecutar el mantenimiento y eso demandando un incremento de los costos para la empresa.

3.2.2. Fallas más frecuentes en la maquinaria pesada

Las fallas más comunes que tiene la maquinaria y pesada son las que se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla N° 4
Fallas más frecuentes en la Maquinaria Pesada

N°	FALLAS MÁS FRECUENTES EN LA MAQUINARIA PESADA
1	Regulación de frenos
2	Regulación de cable de enganche de caja de cambios
3	Revisión de mangueras de admisión, turbo, intercooler
4	Lubricación de equipo, retiro de malla protectora, cambio de espejo
5	Cambio de filtro de aire, regulación de embrague y ajuste de conector del pistón de deslizamiento de cuchilla
6	Retiro de cable de ventilador
7	Cambio de hoja madre de muelle
8	Servicio de engrase de equipo.
9	Cambio de fusible.
10	Desmontaje del turbo compresor, intercooler y mangueras de admisión y escape.
11	Cambio de llanta posición #1 y #2.
12	Cambio de uñas
13	Arreglo de luces intermitentes
14	Reposición de tapa de batería
15	Reemplazo de uñas de escarificador
16	Arreglo y/o cambio de estribos
17	Arreglo de tacómetro
18	Colocación de puntos de engrase
19	Filtro de petróleo nuevo
20	Reajuste de pernos de zapata
21	Montaje de maya protectora
22	Engrase general de chucharon
23	Rotación de uñas
24	Montaje de limpia rola / cambio de gomas, pernos, espaciadores y ajuste de espejo lateral
25	Engrase de motoniveladora
26	Eliminación de fuga de agua / rellenar refrigerante
27	Ajustar pernos del cucharón
28	Montaje de uña y seguro / eliminar fuga hidráulica
29	Sopletear el filtro de aire / colocar perno en el sobre chasis
30	Eliminar fuga hidráulica
31	Desmontaje de bocinas del stick
32	Rellenar agua destilada a las baterías
33	Inflar llantas / desmontaje de llanta / parchado de llanta

Fuente: Empresa Ángeles – Proyecto Minero La Granja Empresa / Elaboración propia

3.3. OBJETIVO N° 3: Evaluar el nivel de disponibilidad y rendimiento de equipos.

3.3.1. Indicadores del mantenimiento

Los indicadores de gestión de mantenimiento usados, se basan en la propuesta de Tavares, L. A. (2014) sobre “Indicadores de Clase Mundial” y de PNIMA (2013) sobre “Plan de Mantenimiento de Equipos”.

Un indicador mide el estado del mantenimiento en un tiempo dado, en una empresa; definir los indicadores de gestión de mantenimiento es para evaluar los resultados del mantenimiento, teniendo en cuenta requerimientos de mantenimiento que ejecuta la empresa. El fin es garantizar y cumplir con los procedimientos e indicaciones de un programa de mantenimiento el buen funcionamiento de la maquinaria.

Como punto de partida se ha identificado las fallas más comunes que tiene la maquinaria y pesada y que se han definido en el punto anterior

1) Trabajos terminados según programa (T.T.S.P.)

Indicador de planificación; identifica el porcentaje de trabajo final, según el total planificados. Para calcular, se utiliza la siguiente fórmula:

T.T.S.P. = Trabajos terminados / Trabajos programados

Aplicando formula, tenemos:

T.T.S.P = 610/ 270 = 2.26

Se concluye que el índice de planeación señala que el 2.26% de trabajo programado se excedido.

2) Costo por Mantenimiento (C.P.M.)

Indicador para identificar el costo real por el mantenimiento que se ejecuta en un equipo. Para calcular, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{C.P.M.} = \text{Costo real (C.R.)} / \text{Costo presupuestado}$$

El Costo verdadero o real, está definido por materiales, repuestos, mano de obra, insumos y otros que se usan en el mantenimiento de un equipo. Aplicando formula tenemos:

$$\text{C.P.M.} = \text{S/. } 64025.72 / \text{S/. } 28337.78 = 2.26$$

En conclusión el CPM se ha duplicado en un 2.26%

3) Confiabilidad (C)

Tiene como finalidad de ver si la maquina cumple con las funciones para la cual fue diseñada. Identifica el nivel de posibilidad que una maquina no falle al estar desempeñando su labor, en un tiempo específico. Para calcular, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{C} = (\text{Tiempo disponible neto} - \text{Tiempo de Avería}) / \text{Tiempo disponible neto}$$

Aplicando formula:

$$\text{C} = 8760 - 611 / 8760 = 0.93\%$$

El nivel de confiabilidad de las máquinas es del 0.93%

4) Fallas Totales del Período (F.T.P.)

Identifica la cantidad promedio de averías o fallas que tiene un equipo en un tiempo específico. Para calcular, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{F.T.P.} = \text{Numero de fallas} / \text{Numero promedio de fallas}$$

Aplicando formula, tenemos:

$$\text{F.T.P} = 180 / 0.07 = 12.6$$

5) Disponibilidad (D)

Identifico el tiempo que exactamente ejecuta su labor un equipo. Para calcular, se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = \text{Tiempo operativo (T.O.)} / \text{Tiempo disponible neto (T.D.N.)}$$

$$D = 8835 / 8760 = 98.7\%$$

Para calcular el Tiempo Disponible Neto (T.D.N.), se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{T.D.N.} = \text{Tiempo disponible total (T.D.T.)} - \text{Tiempo programado (T.P.)} - \text{Tiempo por actividades preventivas (T.P.A.P.)}$$

El cálculo del Tiempo Disponible Total (T.D.T.) se realiza multiplicando la cantidad de horas disponibles en un día, por la cantidad de días disponibles en un mes.

El cálculo del Tiempo Programado (T.P.), se realiza multiplicando la cantidad de tiempo que utiliza un equipo en un taller por la cantidad de actividades de mantenimiento que se programa.

El Tiempo por Actividades Preventivas (T.P.A.P.), se refiere a la cantidad de tiempo que un equipo permanece en un taller para ejecutar un mantenimiento de tipo preventivo.

El cálculo del Tiempo Operativo (T.O.), es la sustracción entre el Tiempo Disponible Neto y el Tiempo por Actividades Correctivas.

El Tiempo por Actividades Correctivas (T.P.A.C.), se refiere a la cantidad de tiempo que un equipo está en un taller para realizar un mantenimiento de tipo correctivo.

6) Tasa de Falla (T.D.F.)

Es una fracción de tiempo de los equipos que no funcionan por alguna falla o avería. Para calcular, se utiliza la siguiente fórmula:

T.D.F. = Tiempo por actividades correctivas (T.P.A.C.) / Tiempo disponible Neto (T.D.N.)

Aplicando formula, tenemos:

$$\text{T.D.F.} = 611 / 3720 = 0.16$$

En resumen, en la siguiente tabla, se consolida todos los datos de los indicadores de gestión de mantenimiento de cada uno de los equipos:

Tabla N° 5
Resumen Indicadores de Mantenimiento

INDICADORES DE GESTIÓN ANUAL						
CÓDIGO	Equipos	horas totales	Utilización	disponibilidad	Hr. Mntto. Correctivo	Horas Mntto. Programado
CF01430	CARGADOR FRONTAL	2304	0.62	99.66%	4.0	13.0
EX01515	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	2373.6	0.64	98.66%	120.0	12.0
EX01583	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	1838.4	0.49	99.93%	6.0	43.9
EX01649	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	2022	0.54	99.87%	12.0	39.0
EX01799	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	1510.8	0.41	99.13%	78.0	4.0
RE01511	RETROEXCAVADORA	1634.4	0.44	99.87%	12.0	7.9
RE01689	RETROEXCAVADORA	1458	0.39	99.90%	9.0	0.0
RE01785	RETROEXCAVADORA	918	0.25	99.96%	2.4	72.0
MN01476	MOTONIVELADORA	402	0.11	99.88%	4.0	12.0
MN01509	MOTONIVELADORA	1665.6	0.45	99.33%	60.0	4.0
RO01510	RODILLO LISO	1677.6	0.45	97.08%	261.0	4.0
RO01507	RODILLO LISO	1510.8	0.41	99.53%	42.4	55.9
TOTAL		19315.2			610.7	267.6

Fuente: Elaboración propia

Los beneficios se observan al comparar los indicadores, por ejemplo el indicador de disponibilidad, antes y después de utilizar el TPM, se muestra en los siguientes cuadros

Tabla N°6
Disponibilidad de los equipos antes de aplicar el TPM

EQUIPO		Disponibilidad equipos		Disponibilidad
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Trabajo operativo	Trabajos programados	
CF01430	CARGADOR FRONTAL	144	192	0.75
EX01515	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	140	192	0.73
EX01583	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	144	192	0.75
EX01649	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	178	192	0.93
EX01799	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	144	192	0.75
RE01511	RETROEXCAVADORA	182	192	0.95
RE01689	RETROEXCAVADORA	148	192	0.77
RE01785	RETROEXCAVADORA	144	192	0.75
MN01476	MOTONIVELADORA	178	192	0.93
MN01509	MOTONIVELADORA	169	192	0.88
RO01510	RODILLO LISO	178	192	0.93
RO01507	RODILLO LISO	170	192	0.89
Promedio disponibilidad antes de aplicar TPM		1919	2304	0.83

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7
Disponibilidad de los equipos aplicando el TPM

EQUIPO		Disponibilidad equipos		Disponibilidad
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Trabajo operativo	Trabajos programados	
CF01430	CARGADOR FRONTAL	188	192	0.98
EX01515	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	182	192	0.95
EX01583	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	183	192	0.95
EX01649	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	182	192	0.95
EX01799	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	189	192	0.98
RE01511	RETROEXCAVADORA	187	192	0.97
RE01689	RETROEXCAVADORA	189	192	0.98
RE01785	RETROEXCAVADORA	179	192	0.93
MN01476	MOTONIVELADORA	184	192	0.96
MN01509	MOTONIVELADORA	187	192	0.97
RO01510	RODILLO LISO	187	192	0.97
RO01507	RODILLO LISO	188	192	0.98
Promedio disponibilidad después de aplicar TPM		2225	2304	0.97

Fuente: Elaboración propia

El beneficio está en la diferencia entre el promedio disponibilidad de antes y después de aplicar el TPM: $0.97 - 0.83 = 0.14$. El 0,14% es el beneficio en el indicador de disponibilidad

3.4. OBJETIVO N° 4: Diseñar y aplicar un plan de estrategias de mantenimiento total.

3.4.1. Propuesta de Plan de mantenimiento total

1) Maquinaria pesada

La propuesta de mantenimiento total se realizará para el funcionamiento óptimo y eficiente de la siguiente maquinaria pesada, propiedad de la empresa:

Tabla N° 8
Maquinaria Pesada de la Empresa Ángeles

CÓDIGO DE EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	ZONA DE TRABAJO	SERIE / PLACA	SERIE DE MOTOR	MOTOR	MODELO	MARCA	AÑO	POTENCIA [Hp]
CF01430	CARGADOR FRONTAL	ACCESOS Y PLATAFORMAS	JCB456Z0V81169556	21860276	6CT8.3	456ZX	JCB	2008	217
EX01649	EXCAVADORA	ACCESOS Y PLATAFORMAS	JCBJS20DH01461270	470044	A1-4HK1XYSJ-02	JS200LC	JCB	2011	168
EX01515	EXCAVADORA	ACCESOS Y PLATAFORMAS	JCBJS20DL81611694	429608	A1-4HK1XYSJ-02	JS200LC	JCB	2008	168
EX01583	EXCAVADORA	ACCESOS Y PLATAFORMAS	JCBJS20DP01460982	471449	A1-4HK1XYSJ-02	JS200LC	JCB	2011	168
EX01799	EXCAVADORA LOCAL	VÍAS	CAT0320DPA6F02142	0A6F02142	GDC70061	320D	CATERPILLAR	2012	138
MN01509	MOTO NIVELADORA	ACCESOS Y PLATAFORMAS	51835	26857845	S6AD114E	GD655-3E0	KOMATSU	2008	190
MN01476	MOTO NIVELADORA	VÍAS	57873	26858327	S6AD114E	GD655-3E0	KOMATSU	2009	190
RO01510	RODILLO	ACCESOS Y PLATAFORMAS	101582421773	10854420	BF4M 2012 C	BW211D-40	BOMAG	2010	132
RO01507	RODILLO	VÍAS	101582421752	10824874	BF4M 2012 C	BW211D-40	BOMAG	2010	132
RE01511	RETROEXCAVADORA	ACCESOS Y PLATAFORMAS	JCB3C4TCE01706302	SB320/40241U0241	JCB444 T1	3C	JCB	2010	92
RE01785	RETROEXCAVADORA LOCAL	ACCESOS Y PLATAFORMAS			C4.4 ACERT	420E	CAT	2011	93
RE01689	RETRO EXCAVADORA	VÍAS				3C	JCB	2011	92

Fuente: Elaboración propia

2) Objetivo y metas del plan de mantenimiento total

Los objetivos que se pretende lograr al implementar un plan de mantenimiento total son:

- Lograr cero fallas y averías en las maquinarias
- Lograr disminuir los gastos que generaría al realizar mantenimiento correctivos

- c) Evitar pérdidas económicas por el uso inadecuado o por paralización de la maquinaria
- d) Mejorar la producción según sus actividades programadas

Las metas que se pretende lograr son

- a) Incrementar los niveles de eficiencia de cada equipo
- b) Considerar a las recomendaciones según el fabricante, condiciones de uso y acciones de mantenimiento de la maquinaria
- c) Contar con un plan de mantenimiento total para optimizar el funcionamiento de la maquinaria pesada

3) Alcance del sistema de mantenimiento propuesto

Las empresas realiza un sistema de mantenimiento según el uso de sus maquinarias o equipos y tomando en cuenta las indicaciones propias de cada manual de las maquinarias determinadas por los fabricantes.

En este caso, objeto investigación, las actividades del mantenimiento de la maquinaria pesada, se enfocan en los siguientes puntos: engrase, cambio de fluidos, cambio de filtros, inspección, limpieza y otros.

4) Estructura orgánica

El equipo de mantenimiento está organizado de la siguiente manera

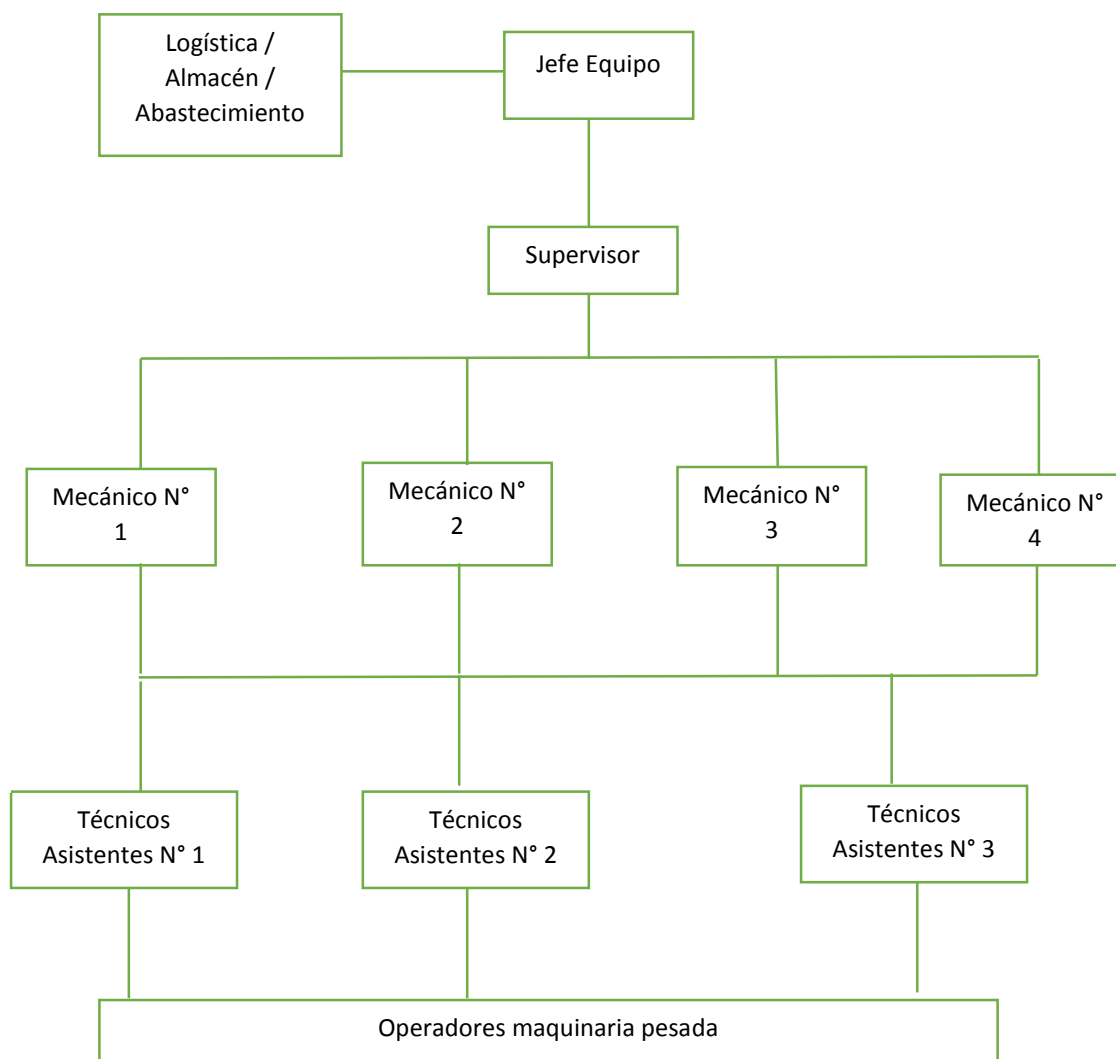
Tabla N° 9
Personal de Mantenimiento

Cargo	Cantidad
Jefe de equipo de mantenimiento	01
Supervisor de mantenimiento	01
Mecánicos de mantenimiento	04
Técnicos asistentes	03
Operadores de maquinaria pesada	12
TOTAL	21

Fuente: Elaboración propia

En la figura, se observa la estructura orgánica del personal de mantenimiento

Figura N° 1



Fuente: Elaboración propia

Estructura orgánica del Área de Mantenimiento

3.4.2. Procedimiento de aplicación propuesta Plan de Mantenimiento Total (TPM)

El TPM es un sistema de gestión de calidad, de mejora continua; promueve el trabajo en equipo, generando un mejor ambiente de trabajo eficiente, brinda seguridad al personal que labora, existe más responsabilidad para proteger el medio ambiente. Para ejecutar un Plan de TPM, se requiere del cumplimiento de las siguientes etapas:

1) Decisión de aplicar el TPM

Es necesario que los directivos o gerente de la empresa deban decidir aplicar el Plan de TPM, asumiendo el compromiso y responsabilidad de implementar la propuesta y con ello se debe establecer una directiva que se informa y comunica a todo el personal de la empresa

2) Información del Plan de TPM al personal implicado

Se debe organizar reuniones con todo el personal de la empresa para dar a conocer sobre el proceso de aplicación del Plan de TPM. La finalidad de estas reuniones es para informar sobre objetivos, misión, características, beneficios, etapas, componentes, responsabilidad que tienen que asumir todo el personal; para ello asumir compromisos, tener una nueva actitud y mayor criterio para ejecutar un mantenimiento.

3) Objetivos y políticas básicas del TPM

Los objetivos para el Plan de TPM, son:

- a) Elaborar un plan de mantenimiento autónomo, usando el sistema de las 5S de calidad, base para la aplicación del Plan de TPM
- b) Elaborar el plan mantenimiento planificado como un proceso preventivo ante el mantenimiento correctivo de la maquinaria pesada en la empresa.
- c) Establecer programas de avance continuo, seguridad personal, higiene y protección del medio ambiental, como parte de la implementación del Plan de TPM.

Las políticas estratégicas para aplicar el Plan de TPM son:

- a) Incrementar el nivel de calidad de los servicios que brindan a través del uso de la maquinaria pesada
- b) Hacer una planificación, organización y evaluación de las obligaciones con calidad.
- c) Protección y seguridad personal de los trabajadores, mantener las herramientas y equipos y hacer un control de residuos y desechos.

4) Plan maestro de desarrollo del TPM

En función a los objetivos y políticas estratégicas se desarrollará acciones para la Implementación de TPM y son:

- a) Elaboración plan de mantenimiento autónomo, sobre la basa de la aplicación de las 5S de calidad, teniendo como finalidad capacitar y ordenar al personal para ejecutar el mantenimiento planificado.
- b) Ejecución del plan de mantenimiento planificado, considerando el manual de operaciones y funcionamiento de los equipos, historial de la maquinaria pesada, el profesionalismo y experiencia del personal para poder aplicar el mantenimiento e incrementar la disponibilidad y disminuir los costos de mantenimiento.
- c) Aplicación de las normas a nivel nacional e internacional para un trabajo ordenado y disciplinado
- d) Ejecución de los procedimientos de gestión de mantenimiento en los equipos, con la finalidad de ajustar el Plan de TPM al contexto.
- e) Capacitación para desarrollar capacidades, habilidades y destrezas del personal, considerando una actualización permanente
- f) Establecer mecanismos para el cuidado y protección del medio ambiental, usando como referencia las normas a nivel nacional e internacional.

5) Inicio formal del programa TPM

Es necesario realizar un acto oficial para dar inicio al Plan de TPM, debe participar el personal de todas las áreas de la empresa para que se sientan comprometidos, cooperen y asuman responsabilidad con el Plan.

3.4.3. Desarrollo del plan de TPM

1) Desarrollo de un plan de mantenimiento autónomo basado en las 5 “S” de calidad

Tiene como objetivo, acondicionar y preparar las secciones de trabajo de la empresa para poder implementar y aplicar el Plan TPM.

El mantenimiento autónomo es base para un Plan TPM, el fin es cambiar la forma de pensar y costumbre de trabajo. La prioridad es trabajo en equipo, eficiencia, responsabilidad, seguridad integral y cuidar el medio ambiente. Para cumplir con el Plan TPM se usa la metodología 5S que son parte del plan de mantenimiento autónomo.

a) SEIRI- Clasificar

El fin es disponibilidad y fácil acceso. Todo el personal, (administrativo, técnicos, ingenieros, seguridad, limpieza, otros) en cada área (administración, almacén, mantenimiento, áreas para el mantenimiento, otros) clasifica los recursos (instrumentos, equipos, herramientas, insumos, repuestos y otros) para encontrar rápido y fácil acceso; todos con un código y la clasificación es acuerdo del equipo o según el uso: uso frecuente, poco frecuente o no frecuente.

b) SEITON- Ordenar

El fin es facilitar la ejecución del trabajo. Se ordena, ubicando los accesorios según el uso de los mismos: frecuentes en el lugar del trabajo y no frecuentes cerca al lugar de trabajo; los accesorios serán tratados según su origen, desechos o reciclaje. Se señalizan las áreas de acceso, ubicación y ordenamiento.

c) SEISO- Limpiar

El fin es ayudar a detectar las fallas en los equipos, instalaciones y alteraciones que se pueden encontrar en el lugar de mantenimiento. La limpieza es en detalle y general: áreas y accesorios; se realiza una inspección frecuente sobre la clasificación, orden y limpieza.

d) SEIKETSU- Estandarización

El propósito es establecer reglas operacionales a fin de establecer los procedimientos adecuados y así evitar que los malos hábitos retornen. Se establecen el procedimiento adecuado para dar mantenimiento a un equipo de la maquinaria pesada de la empresa,

su relación con las áreas de trabajo, con el personal responsable de estas áreas y con los documentos donde se registra y se cumple con el mantenimiento.

Proceso de una maquinaria pesada en el taller

El procedimiento es el siguiente:

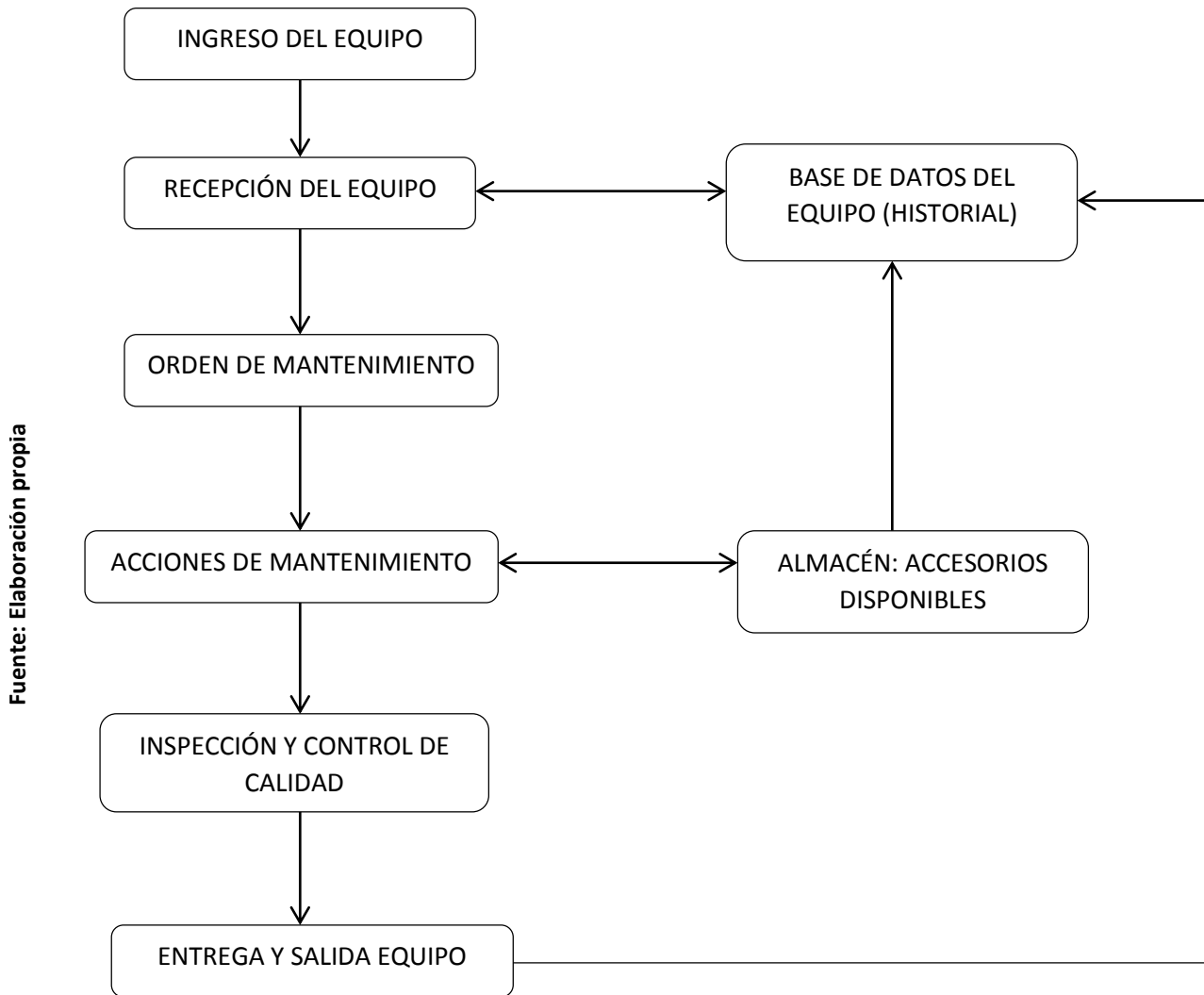
- Ingreso de la unidad al área de recepción
- Recepción: revisión de la unidad según los parámetros de fabricación y en función del historial de la unidad y sobre ello se emite la orden de mantenimiento
- Traslado: la unidad es trasladado al área de mantenimiento correspondiente
- Insumos y repuestos: se revisa los insumos y repuestos existentes en el almacén
- Mantenimiento: se realizan las acciones concretas de mantenimiento
- Inspección final: se realización una inspección y control de calidad de la unidad para luego salir a operar

En esta etapa de estandarización de actividades es necesario para evitar los errores, siempre y cuando cumplan el siguiente procedimiento

- Ingreso de la maquinaria pesada, es recibida por el jefe de taller, se evalúa la máquina, registrando una orden de trabajo, indicando si el trabajo se realiza en el taller o fuera de él, se revisa el historial de fallas de la maquinaria.
- El personal técnico, inspecciona de manera visual la maquinaria para identificar la posible falla o gravedad de la misma, decide si se queda o retorna a continuar con sus labores.
- Se le aplica diversos análisis para localizar y determinar el tipo de falla, luego se procede a identificar y seleccionar las soluciones, la unidad retorna a trabajar; caso contrario:

- Se solicita apoyo externo: análisis de documentos (documentación técnica, manuales, otros) y consulta a proveedores.
- Al final, se ejecutan las acciones preventivas o correctivas y la maquinaria vuelve a sus labores.

Figura N° 2



Organigrama de procesos de una equipo de maquinaria pesada en el taller de mantenimiento

e) SHITSUKE- Disciplina

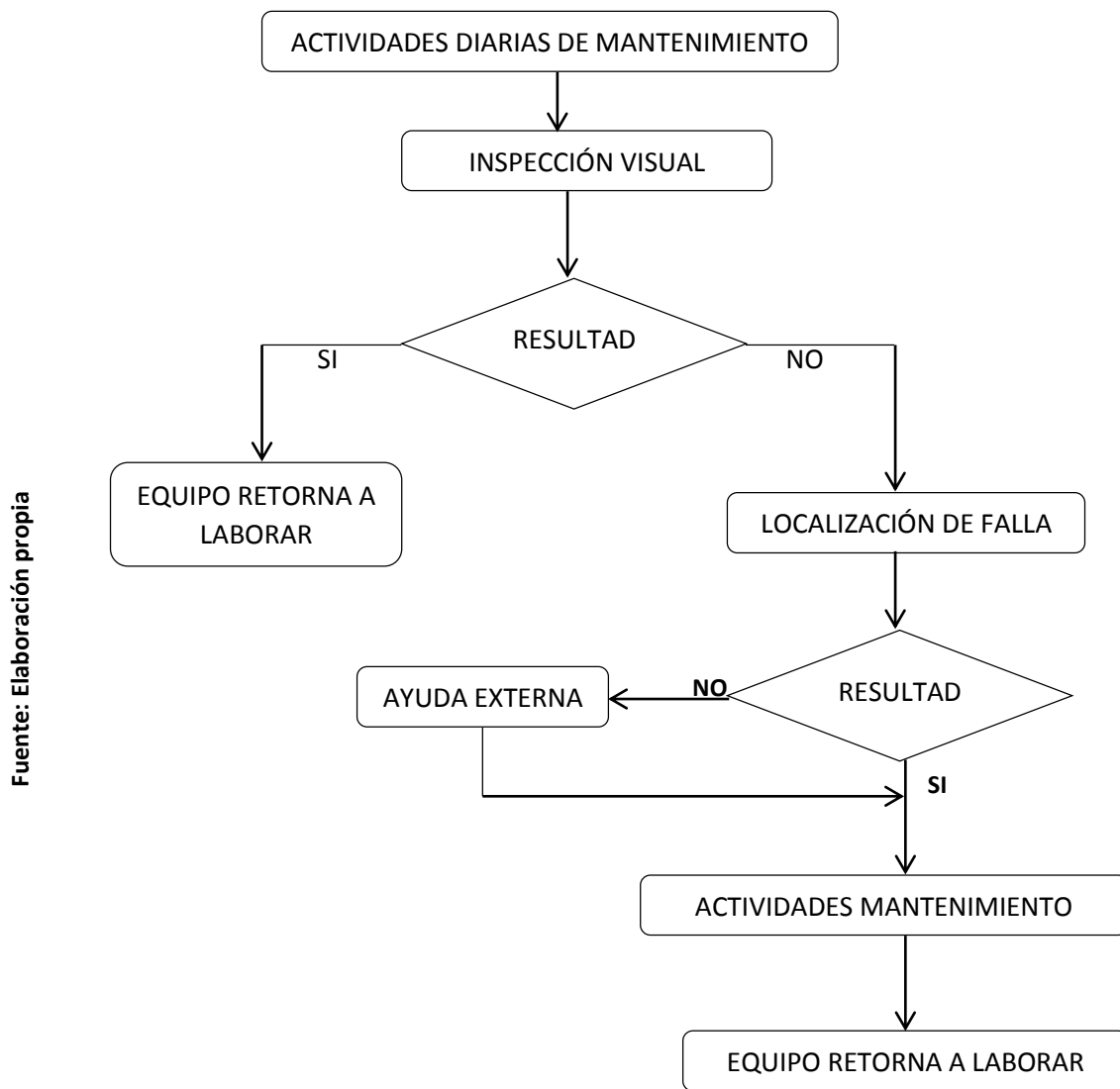
El personal lo debe cumplir; permite tener las áreas ordenadas, organizadas y limpias. Se debe cumplir con las siguientes acciones:

- Al inicio de la jornada, se debe tener la ropa indicada, limpiar el área, cuidar accesorios de seguridad personal y planificar el día.

- Durante la jornada, se debe tener limpio el área de trabajo, organizar y cuidar los accesorios y se desarrolla las actividades de acuerdo a la orden de trabajo y lo planificado en el día.
- Al finalizar el trabajo se revisa la orden de trabajo y comparar con lo que se hizo, recoger las herramientas y accesorios usados y ubicarlos en sus respectivos lugares, limpiar las áreas de trabajo, llenar los documentos de registros respectivos.

Así mismo debe cumplir con el siguiente procedimiento de trabajo

Figura N° 3



Procedimiento de Trabajo en el Taller de Mantenimiento

2) Desarrollo del plan de mantenimiento planificado

El objetivo tener lo máximo de disponibilidad de los equipos durante su vida útil. El Plan prevé el aumento de la disponibilidad del equipo; incrementando su confiabilidad y reduciendo los tiempos de parada; el plan está vinculada con las siguientes secciones: almacén, administración, almacén, mantenimiento y directamente con el personal de la empresa. Las etapas del plan son las siguientes:

a) Registro de las unidades

Se hace una descripción detallada de cada uno de la maquinaria pesada de la empresa y se registra lo siguiente: código, descripción del equipo, marca, modelo, número de serie. En la siguiente tabla se detalla el registro de la maquinaria pesada de la empresa Los Ángeles.

Tabla N° 10
Registro de unidades

Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
1	CF01430	CARGADOR FRONTAL	JCB	456ZX	456ZOV81169556
2	EX01515	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	JCB	JS200LC	JCBJS20DL 81611694C
3	EX01583	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	JCB	JS200LC	JCBJS20DP01460982
4	EX01649	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	JCB	JS200LC	1461270
5	EX01799	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	CATERPILLAR	320D	CAT0320DPA6F02142
6	RE01511	RETROEXCAVADORA	JCB	3C	SB320/4024IVO734510
7	RE01689	RETROEXCAVADORA	JCB	3C	JCB3C4TCH02011553
8	RE01785	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	420E	DJLO3955
9	MN01476	MOTONIVELADORA	KOMATSU	GD655-3EO	51873
10	MN01509	MOTONIVELADORA	KOMATSU	GD655-3EO	51835
11	RO01510	RODILLO LISO	BOMAG	BW211D-40	1.01582E+11
12	RO01507	RODILLO LISO	BOMAG	BW211D-40	101582421752

Fuente: Elaboración propia

b) Documentación técnica

Se realiza una recopilación de documentación técnica sobre mantenimiento de maquinaria pesada; con el fin de conocer los componentes y sistemas de la maquinaria pesada, funcionamiento, capacidades, entre otros. Esto permite conocer almacenajes de aceite de motor, diferencial, transmisión, refrigerante, combustible; conocer el sistema hidráulico; saber el tipo de filtros de aire, líquido de freno, grasa; así como saber de la banda de accesorios y distribución, bujías, caja de transmisión automática, caja de transferencia, dirección, entre otros. Se realiza un inventario general.

c) Plan de mantenimiento preventivo

Para diseñar el plan de mantenimiento preventivo se articula la información técnica de la maquinaria, manuales de operaciones y funcionamiento del fabricante, historial de la maquinaria y experiencia del personal técnico. El Plan de mantenimiento preventivo tiene los siguientes datos:

- a) RECORRIDOS: la maquinaria tiene un recorrido por rutas: el 65% son trochas o herradura y el 35% están asfaltadas; por ello hacer mantenimiento de suspensión, filtros y parte móviles.
- b) COMBUSTIBLES: la maquinaria usa diésel
- c) HISTORIALES: .registra las fallas o averías que ha tenido la maquinaria durante su vida útil, muestra los daños, tipo de mantenimiento, responsables de ejecución, entre otros y son insumos para el diseño del plan de mantenimiento preventivo

Estos parámetros determinan la necesidad de realizar un plan de actividades frecuentes de mantenimiento. Los equipos de maquinaria pesada se deben realizar las siguientes actividades de mantenimiento preventivo de manera general

Cada 250 Horas se deben realizar lo siguiente:

- a) Reemplazar filtro de motor y aceite.
- b) Reemplazar filtro de combustible primario y secundario.
- c) Reemplazar el filtro de aire secundario.
- d) Limpiar el filtro de aire primario.
- e) Limpiar y engrasar las juntas del eje de propulsión.
- f) Limpiar cilindros hidráulicos.
- g) Examinar herramientas de trabajo.
- h) Examinar frenos posteriores y delanteros.
- i) Examinar frenos de estacionamiento.
- j) Examinar sistema de escape.
- k) Examinar desgaste o daño en la suspensión.
- l) Engrasar articulaciones.
- m) Engrasar partes móviles.

Cada 2000 Horas se deben realizar las siguientes acciones

- a) Reemplazar filtro de motor y aceite.
- b) Reemplazar filtro de la transmisión y aceite
- c) Reemplazar aceite del diferencial.
- d) Reemplazar aceite del sistema hidráulico.
- e) Reemplazar el filtro del sistema hidráulico.
- f) Reemplazar aceite de la caja reductora.
- g) Reemplazar aceite de los cubos.
- h) Reemplazar aceite de los ejes.
- i) Reemplazar aceite del mando del círculo (Motoniveladora).
- j) Reemplazar aceite de los mandos finales.
- k) Reemplazar el refrigerante.
- l) Reemplazar filtro de combustible primario y secundario.
- m) Reemplazar el filtro de aire secundario y primario
- n) Reemplazar separador de agua.
- o) Reemplazar banda de accesorios.
- p) Limpiar y engrasar las juntas del eje de propulsión.
- q) Limpiar cilindros hidráulicos.
- r) Examinar herramientas de trabajo.

- s) Examinar frenos posteriores y delanteros.
- t) Examinar frenos de estacionamiento.
- u) Examinar sistema de escape.
- v) Examinar desgaste o daño en la suspensión.
- w) Ajustar la estructura ROPS/ FOPS.
- x) Engrasar articulaciones.
- y) Engrasar partes móviles.

Estas actividades ordenadas y sistemáticas contribuirán a mantener la disponibilidad de la maquinaria y cumplir la función por la cual fue diseñada. El personal técnico estará calificado para cumplir con la ejecución de estas actividades de mantenimiento.

Por función del trabajo que se realiza se ha programado un plan de Mantenimiento Preventivo (Ver Anexo N° 3)

d) Compras

Las compras se realizan a pedido del Jefe del Taller, con la participación del almacén y la administración de la empresa. El almacén, solicita los insumos, materiales o repuestos que no tienen en stock para comprarlos y administración procede a su adquisición inmediata, con la finalidad que el área de mantenimiento pueda cumplir con sus respectivas actividades programadas.

e) Control y flujo de órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo tienen la finalidad de planificar, documentar y responsabilizar al personal sobre las actividades de mantenimiento; es un instrumento que articula al personal técnico con el directivo. Una orden de trabajo debe cumplir con criterios y normas establecidas. En el Anexo N° 6 se detalla el formato en donde se debe registrar las órdenes de trabajo como parte del plan de mantenimiento.

La ficha autoriza el tipo de trabajo que tiene que realizar los responsables del mantenimiento y está constituido por las características de la maquinaria, sistemas de la máquina, motivos de la intervención, descripción detallada del mantenimiento, comentarios o recomendaciones, lista de repuestos si se requieren, condición en queda la maquinaria, responsable del mantenimiento y supervisor

Se muestra la ficha en donde se hace un control de uso combustible por cada uno de la maquinaria pesada de la empresa en funcionamiento y en obra determinada. Está formada por código o nombre de la maquinaria, fecha, mes, horómetro inicio, horómetro final, horómetro promedio de funcionamiento, galones consumidos, recorrido total, consumo por kilómetro. (Ver Anexo N° 9)

f) Control de inventario

Se realiza un inventario detallado de toda que existe en el taller; para lo cual codifica, ordena y organiza la ubicación de los insumos, materiales o repuestos que existen, con finalidad de poder identificarlos y ubicarlos inmediatamente cuando se requiere.

g) Análisis y retroalimentación

El análisis y retroalimentación del plan de mantenimiento se realizan establecimiento los instrumentos de monitoreo y seguimiento de todo los procedimientos antes indicados en el plan de mantenimiento autónomo y planificado; esto permitirá verificar su cumplimiento, hacer las observaciones necesarias, hacer las correcciones requeridas e iniciar con el procedimiento de manera eficiente y oportuna

La finalidad es que los formatos, actividades y procesos, descritos anteriormente, estén vinculados entre sí; el plan de mantenimiento autónomo prepara el camino para que se ejecute el plan de

mantenimiento planificado; por ello documenta, registra y organiza, siguen un esquema establecido para aprovechar el tiempo y brindar un servicio de calidad.

3) Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento

El personal debe ser capacitado, llevando cursos de actualización, como: mecánica en maquinaria pesada, electrónica y electricidad en maquinaria pesada, inyección electrónica diésel, medidas de seguridad industrial, nuevas tecnologías aplicadas a equipos de maquinaria pesada, actualización en Microsoft office, prevención salud e incendios, relaciones humanas, trabajo en equipo, entre otros

3.4.4. Funciones del equipo de mantenimiento total

Las funciones están organizadas por día, semana, mensual y algunas actividades secundarias o complementarias que deben ser cumplidas por el equipo responsable del mantenimiento total.

1) Funciones diarias

- a) Elaboración y seguimiento del cumplimiento del programa de actividades diarias de mantenimiento para taller y campo. Esta programación deberá ser entregado al supervisor de Equipos.
- b) Seguimiento al cumplimiento del Programa de Lubricación.
- c) Ingreso de Horas Operación de Equipos: Información extraída del parte de operador y registrada en Tabla Excel de Control. Se controla las horas máquina para las respectivas valorizaciones.
- d) Ingreso de Tareo Mecánico: Información extraída del tareo mecánico y registrada en Tabla Excel de Control. A través de este control se maneja las HH del personal mecánico
- e) Generación de Órdenes de Trabajo (OT): Creación inmediata de OT, seguimiento de ejecución de OT y cierre de OT.
- f) Control y Seguimientos de OT de garantía.
- g) Administración de Backlog: Evaluar y depurar las observaciones del mecánico y del operador. Creación de OT como Backlog.

Generación de Reporte de Backlog para su entrega al supervisor de Equipos.

- h) Control y seguimiento del Programa de Acción resultados de Análisis de Aceite (SOS)

2) Funciones semanales

- a) Elaboración de Programa de Mantenimiento Semanal: Programar las OT Preventivas y Correctivas de los Equipos para los diferentes marcas de Equipos (CAT –JCB – VOLVO-KOMATSU). Asignar a las OT los recursos necesarios para el mantenimiento (repuestos, materiales y/o servicios). Seguimiento para el cumplimiento del programa. Este programa debe ser enviado los últimos días de la semana.
- b) Elaboración de Consumo de Combustible Semanal por Equipo
- c) Elaborar el programa de lubricación semanal: Realizar el Programa de Lubricación Semanal. Seguimiento para el cumplimiento del programa. Cierre de OT.
- d) Elaborar Programa Semanal de Acción de Resultados de Aceite (SOS)
- e) Elaborar Control de Cobros por Accidentes/ Siniestros a la flota de Ángeles MYC: Este costo deberá ser cobrado y asumido al cliente alquilador.
- f) Elaborar Control de Apoyo a Terceros: Este formato incluye las evaluaciones de equipos y operadores.
- g) Envío de Reporte Operatividad Semanal: En este reporte se indicará el estado de los equipos al final de guardia del día sábado.
- h) Envío de Reporte de Mov. Activo Fijo Semanal: Se informará el ingreso o salida de equipos al proyecto.
- i) Envío de Reporte de Tareo Mecánico Semanal: Se controlará las HH de los mecánicos
- j) Envío de Reporte de Horas de Operación: Se controlará las Horas máquina.

Nota: Para las 04 últimas actividades, considerar que la semana se iniciará el domingo y culminará el día sábado de cada semana. La fecha de entrega de la información se realizará como fecha máxima el lunes de cada semana hasta las 8:00 am.

3) Funciones mensuales

Elaboración de Informe de Indicadores de Mantenimiento: Disponibilidad Mecánica, Utilización, MTTF y MTTR.

- a) Elaboración de Consumo de Combustible por Equipo.
- b) Elaboración de Consumo de GETs.
- c) Elaboración de Informe de Rendimientos de Neumáticos
- d) Elaborar Valorización de Equipos.
- e) Elaborar Valorización de Cobros por Accidentes/ Siniestros a la flota de Ángeles MYC: Este costo deberá ser cobrado y asumido al cliente alquilador.
- f) Elaborar Valorización de Apoyo a Terceros: Este formato incluye las evaluaciones de equipos y operadores.

Nota: Estos formatos tiene como fecha máxima de entrega los tres primeros días de cada mes.

4) Funciones secundarias

- a) Registro de Operadores y Mecánicos: Actualización de datos del personal.
- b) Recepción y Desmovilización de Equipos: Elaboración de Check List de equipos. Elaboración de Informe Técnico de Desmovilización
- c) Apoyo en gestión de requerimiento de repuestos.

3.4.5. Proceso de ejecución del mantenimiento total

1) Niveles del mantenimiento

Es una gradualidad de los trabajos según: conocimiento, importancia, dificultad de ejecución y la herramienta que va usar.

Nivel básico (nivel técnico, operador o aprendiz): se realizan acciones de mantenimiento elementales que facilitan la operación de las unidades y prevé fallas; estas acciones son:

- a) Inspección diaria.
- b) Revisión de aceites y líquidos.
- c) Limpieza y engrase.
- d) Detección de ruidos anormales.
- e) Pequeñas reparaciones.

Nivel promedio (técnico intermedio): se realizan acciones de mantenimiento especializados y complejos, como:

- a) Reemplazo de mangueras y bandas.
- b) Afinar motor.
- c) Reemplazo de filtros y aceites.
- d) Reemplazo de algunas partes del sistema.

Nivel avanzado (labores planificadas, técnicos calificados): se realizan acciones de mantenimiento muy complejos, requieren de personal técnico calificado y autorizado, uso de herramientas especiales y, en algunos casos, con la colaboración de los proveedores. Son mantenimientos. Estas actividades son:

- a) Afinamiento de alto nivel.
- b) Instalación de conexiones.
- c) Medición de la compresión.
- d) Calibración, usando instrumentos técnicos especializados

2) Herramientas y maquinas

Es necesario que para que cumplan con la labor de hacer el mantenimiento, el personal debe contar con las siguientes herramientas y maquinarias de medición

Tabla N° 11
Herramientas y maquinaria para el mantenimiento

NIVEL BÁSICO	NIVEL PROMEDIO	NIVEL AVANZADO
Pinza universal	Gatos	Taladro
Desarmadores	Rampa	Pulidora
Martillos	Tornillo de banco	Extractores
Juegos de Llaves (españolas y estrías)	Juegos de Llaves de palanca y dados (manerales)	Punzones
Seguetas	Pinza de corte y presión	Esmeril de banco
Limas	Recolector de aceite	Probador de corriente
Limpiadores de terminales	Compresor de aire	Llave de torsión (torquímetro)
Calibrador presión de neumáticos	Embudos	Diferenciales
Hidrómetro	Magneto	Malacates
Lámpara de mano	Regla	Pie de rey
Aceitera	Espátula/Raspador	Micrómetro
Mesa de trabajo	Marcador	Juego de galgas de espesores
Cables para arranque emergencia	Machos de roscar	Cargador de acumulador
Llave de rueda	Terrajas	Pinzas especiales
Llaves Allen	Extractor de tornillos	Dinamómetro
Pistola engrasadora	Cortador de tubos	Cepillo de alambre
Es necesario que cuente con un extintor y un botiquín para toda la operación que realizan		

Fuente: Elaboración propia

3) Frecuencia del mantenimiento preventivo

Se desarrollan 4 grandes actividades de mantenimiento para la maquinaria pesada de la empresa: engrase, cambio de fluidos cambio de filtros, inspecciones, limpiezas y otros. La empresa se encarga de la orden, control, programación y gestión del mantenimiento; la mano de obra propia solo se encarga del engrase de los mismos, el resto de la ejecución del mantenimiento lo tercerizan. Para cada maquinaria pesada de la empresa se realizan mantenimiento según el modelo y serie de la máquina: M1 Cada 250 horas, M2 Cada 500 horas, M3 Cada 1000 horas y M4 Cada 2000 horas

Donde M2 incluye actividades del M1 más otros ítems; el M3 incluye las actividades del M2 más otros ítems y en el M4 incluye actividades del M3 más otros ítems

Tabla N° 12
Tipo de Mantenimiento Maquinaria Pesada

MANTENIMIENTO	M1	M2	M1	M3	M1	M2	M1	M4
HORAS	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000

Fuente: Elaboración propia

4) Actividades generales del mantenimiento preventivo

Las actividades del mantenimiento preventivo, se rige según el horómetro, en el cual está planificado las actividades de mantenimiento a partir de las 250 horas de trabajo de la máquina; considerando las condiciones de trabajo, terreno, ambiente y obstáculos donde realizan las labores, hemos agregado tareas rutinarias diarias partiendo de las 10 horas de trabajo que realiza la máquina. Estas actividades generales de mantenimiento preventivo se agrupan en: Limpieza, Revisión, Ajustes, Lubricación, Cambios

5) Componentes críticos en los sistemas de la maquinaria pesada

Los componentes críticos se determinaron de manera general para toda la maquinaria y son determinantes para generar un stock y base en el almacén de repuestos (Ver Anexo N° 10)

6) Formatos para el mantenimiento

Los formatos permiten registrar la información del estado de la flota de la maquinaria pesada de manera diaria, semanal y mensual, xpermitiendo de esta manera llegar a consolidar un plan de mantenimiento general

a) Reporte diarios

Es el reporte que hace de manera diaria sobre el estado de la maquinaria pesada en funcionamiento. En esta ficha de registro se indica la obra donde está destinada la maquinaria, la fecha del día correspondiente, se indica el número de código, de modelo, el tipo de mantenimiento, el número de orden de trabajo, el kilómetro recorrido fecha de inicio y término de mantenimiento, descripción de

los trabajos realizados, responsable, nivel de avance mantenimiento y observaciones. (Ver Anexo N° 4)

b) Reporte semanal

En esta ficha de registro se indica la obra donde está destinada la maquinaria, la fecha del día correspondiente, se indica el número de código, de modelo, el tipo de mantenimiento, el número de orden de trabajo, el kilómetro recorrido, ubicación del equipo, horas detenidas, estado, servicio realizado, responsable y observaciones. (Ver Anexo N° 5)

c) Orden de trabajo

Ficha que autoriza el tipo de trabajo que tiene que realizar los responsables del mantenimiento y está constituido por las características de la maquinaria, sistemas de la máquina, motivos de la intervención, descripción detallada del mantenimiento, comentarios o recomendaciones, lista de repuestos si se requieren, condición en queda la maquinaria, responsable del mantenimiento y supervisor. (Ver Anexo N° 6)

d) Solicitud de reportes

En esta ficha se registra los pedidos que hace el responsable de mantenimiento al almacén o responsable de logística de la empresa. Contiene: fecha, número de registro, solicitante, codificación, número de pedido, descripción, cantidad, equipo donde se va usar, código del equipo, marca, modelos, ubicación, nivel de requerimiento y observaciones. (Ver Anexo N° 7)

e) Matriz general del mantenimiento preventivo

En esta fecha se registra las actividades de mantenimiento preventivo que se han realizado a toda la flota de maquinaria pesada como se muestra en el Anexo N° 8.

f) Consumo de combustible

En esta ficha se registra la cantidad de combustible que usa cada uno de la maquinaria pesada de la empresa en funcionamiento y en obra determinada. Está formada por código o nombre de la maquinaria, fecha, mes, horómetro inicio, horómetro final, horómetro promedio de funcionamiento, galones consumidos, recorrido total, consumo por kilómetro. (Ver Anexo N° 9)

3.4.6. Mantenimiento total: predictivo

1) Factibilidad de aplicación del mantenimiento predictivo

La maquinaria pesada de la Empresa los Ángeles muestra alta criticidad y baja confiabilidad y no están disponibles como lo requiere la gerencia.

Considerando este análisis, es necesario utilizar un plan de mantenimiento predictivo para analizar los sistemas y componentes de la maquinaria pesada de la empresa, usando técnicas de análisis de aceite, temperatura y otros. Son técnicas económicas, sin dificultades para ejecutar y puede disminuir las averías, con la finalidad de incrementar la productividad y disminuir costos.

La programación de la frecuencia del mantenimiento predictivo es similar a la del mantenimiento preventivo (cada 250 horas). Casi siempre se hace en paralelo con el mantenimiento preventivo, allí se toma las muestras de aceites y para hacer el re-análisis, se realiza una programación especial.

2) Análisis de las muestras de aceites

Los componentes de la maquinaria pesada, son sistemas cerrados; el proceso de desgaste que provocan las averías o fallas siempre están en su interior; por ello es necesario realizar un análisis de aceites de forma regular y permanente. Esta técnica tiene como finalidad localizar las fallas dentro de los sistemas y ayuda su funcionamiento sin problemas

La técnica de Análisis de Aceite aplicada a la maquinaria pesada, consta de diferentes pruebas con la finalidad de medir y conocer el nivel de desgaste y contaminación de una muestra de aceite. Son tres pruebas que se realizan: pruebas físicas y químicas, análisis de desgaste y análisis del estado del aceite

3) Procedimiento para la toma de muestra de aceite

Los pasos para obtener una muestra de aceite y que esta sea representativa, son:

Primero: se realiza la toma de la muestra sin instrumento; se realiza después que la maquina se ha detenido o en funcionando (solo si es seguro). Se ejecuta de la siguiente forma:

- a) Use un envase limpio, seco, con tapa y bien hermético.
- b) Limpiar el lugar del tapón de vaciado.
- c) Colocar un depósito debajo del tapón por donde se va vaciar el aceite con la intención de no echar el aceite al suelo.
- d) Retirar el tapón y dejar que salga el aceite.
- e) Desechar conforma a procedimientos el aceite usado.
- f) Llenar el depósito en sus res cuarta parte y no llenar hasta el final del mismo.
- g) Tapar el depósito con una tapa con rosca.
- h) Volver a ubicar el tapón de vaciado.
- i) Etiquetar el depósito según la maquinaria y código del mismo, fecha de muestreo, la procedencia del aceite y tipo de aceite.

Segundo: se realiza utilizando una sonda para válvula de aceite, solo se usa en componentes presurizados; las acciones son:

- a) Ajustar el motor cuando la velocidad está baja o vacío, quitar tapa protectora de polvo a la válvula del componente a muestrear.
- b) Limpiar la zona de donde se va tomar la muestra.
- c) Insertar la sonda dentro de la válvula y obtener un promedio de 100 ml (4 onzas fluidas) de aceite en un depósito de desecho.

- d) Desechar según las normas el aceite usado.
- e) Insertar de nuevo la sonda dentro de la válvula y llenar el envase donde se va obtener la muestra un promedio de $\frac{3}{4}$ no llenar.
- f) Extraer la sonda y asegurar la tapa de envase. Pegar una etiqueta una vez llenada el envase.

Tercero: utilizar una bomba de extracción de vacío. Antes de tomar la muestra hay que limpiar la bomba de vacío del aceite u otro insumo, así se evita errores en el análisis, luego proceder a tomar la muestra. Evitar tomar la muestra del tapón del drenaje del cárter. Proceder como en los casos anteriores descritos. Las acciones a realizar, son:

- a) Medir y cortar la manguera similar a la longitud de la varilla medidora de aceite, sino tuviera, medir la manguera hasta la mitad de profundidad del aceite.
- b) Insertar la manguera por el cabezal de la bomba de vacío y apretar la tuerca de retención. La manguera debe tener una extensión de 4 cm (1 pulgada) de la base del cabezal de la bomba de vacío.
- c) Instalar botella de muestreo encima del cabezal de bomba de vacío.
- d) Encender la máquina y ejecutar hasta que los componentes tengan un nivel de temperatura normal de funcionamiento.
- e) Apagar máquina, limpiar la zona de muestra e insertar la manguera dentro del aceite, evitar que toque el fondo del compartimiento.
- f) Bombear la manivela de la bomba de vacío para generar un vacío. Llenar la botella en $\frac{3}{4}$; no llenar la botella.
- g) Extraer la manguera, quitar botella de la bomba de vacío y asegurar la tapa de la botella. Pegar etiqueta una vez llena la botella.

4) Organización del servicio de inspección

Los pasos a seguir son las siguientes:

- a) La elaboración del programa y forma de realizar las inspecciones se hace según las recomendaciones del proveedor y usando un calendario de Mantenimiento predictivo, similar al mantenimiento preventivo.

- b) Usar las características establecidas por el fabricante, como: límites de aceptabilidad, variables y característicos a medir a través de la inspección (presión, temperatura estado aceites, etc.).
- c) El límite del estado del aceite, se redefinen usando el muestreo frecuente del aceite. Logrando cohesiones normales para cada tipo de equipo.
- d) Se determina las frecuencias de inspección.

5) Matriz para las muestras de inspección y análisis

Esta matriz tiene como finalidad hacer un registro de los análisis técnicos que verifica el nivel del estado crítico y el grado de aceptabilidad de los componentes de la máquina. La matriz tiene las siguientes características: zona de inspección, punto de inspección y las variables a examinar.

Las variables son controladas a nivel de las operaciones y las actividades de mantenimiento, estos datos son básicos la establecer los estándares de inspección, como: variable que determina el estado de la máquina, disponibilidad de técnicas e instrumentos que establecen los parámetros a medir, proceso de la falla, tiempos de medición para detectar fallas y la identificación de los puntos para medir y tener los valores de control fiables que pueden identificar los defectos o fallas de la máquina. (Ver Anexo N°11)

6) Programa de inspección de mantenimiento predictivo

El programa se realizó en relación al plan de mantenimiento preventivo, para reducir el tiempo de mantenimiento y posibilitar su implementación y ejecución. Los datos obtenidos por las inspecciones, son registrados en Excel u otro similar, luego son graficados para mostrar el comportamiento de las variables medidas. (Ver Anexo N°12)

7) Programa de mantenimiento predictivo

Las estructura un plan de mantenimiento predictivo: prevenir las fallas por lo cual se hace análisis de aceite, análisis de vibración y termografía; se hace análisis de la causa de falla para lo cual se realiza: análisis de aceite, análisis de vibración y análisis térmicos. Se hacen las siguientes acciones: contaminación del lubricante, desalineamiento, desbalance, lubricante incorrecto, lubricante degradado, alta temperatura o se identifica el desgaste, cavitación, fractura de engrane, resonancia estructural y fatiga. Como criterio de indicadores y calificación se usan los términos Excelente (E), bueno (B), aceptable (A) y pobre (P). Para mayor detalle se presenta la siguiente Tabal

Tabla N° 13
Estructura Mantenimiento Predictivo

MANTENIMIENTO PREDICTIVO						
ACCIÓN	INTERVALO DE DETECCIÓN POR FALLA			ANÁLISIS DE CAUSA DE FALLA		
	¿QUÉ VA A PASAR?			¿POR QUÉ PASA?		
	ANÁLISIS DE ACEITE	ANÁLISIS DE VIBRACIÓN	TERMOGRAFÍA	ANÁLISIS DE ACEITE	ANÁLISIS DE VIBRACIÓN	ANÁLISIS TÉRMICO
CONTROL DE CAUSA DE FALLA						
Contaminación de lubricante						
Desalineamiento						
Desbalance						
Lubricante incorrecto						
Lubricante degradado						
Alta temperatura						
DETECCIÓN DE FALLA						
Desgaste						
Cavitación						
Fractura de engrane						
Resonancia estructural						
Fatiga						

Fuente: Elaboración propia

3.4.7. Sistema de información para el mantenimiento

La empresa debe contar un sistema de información para las actividades de mantenimiento. Está organizado en un conjunto de módulos, combina todas las actividades de mantenimiento, procesos técnicos y costos, permitiendo contar de manera inmediata con información simple, integrada, fiable para la toma de decisión inmediata.

El sistema permite saber qué tipo de mantenimiento requiere la maquinaria cada día, así como determinar la orden del servicio o solicitar el repuesto que se requiere si el caso lo amerita.

Este sistema de información, opera las acciones de mantenimiento, dispone de una reseña de órdenes de mantenimiento, para cada máquina; se describe acciones, equipos, herramientas e instrumentos a usar en cada mantenimiento para garantizar el funcionamiento de la maquinaria.

En este sistema cuenta con los siguientes documentos o formatos: órdenes de mantenimiento, control y seguimiento de equipos, programaciones diarias, semanales, quincenales y mensuales.

Este sistema está integrado a las tres grandes áreas de la empresa: financiera, logística y recursos.

3.4.8. Costos de mantenimiento

Los costos por mantenimiento se han establecido en función de los tipos de mantenimientos, establecidos sobre el tiempo y frecuencia que se usan y son los siguientes:

Tabla N° 14
Costos por Mantenimiento General

1	2	3	4	5	6	7
Evento a facturar	Kit de repuestos	Fluidos	Tarifa servicio contratado	Total por evento	Cantidad eventos en 2000 horas	TOTAL POR EVENTO
M1	179.84	74.56	350.79	605.19	4	2420.77
M2	501.52	74.56	423.54	999.62	2	1999.25
M3	541.62	283.72	820.05	1645.38	1	1645.38
M4	574.98	1128.14	1059.45	2762.57	1	2762.57
TOTAL (USD)						8827.97
Total (USD/Hr)						4.41

Fuente: Empresa Ángeles – Proyecto Minero La Granja Empresa / Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

El objetivo general es proponer un Plan de Mantenimiento Total para la operatividad de Equipos Pesados en la Empresa Ángeles – Proyecto Minero La Granja, para lograr este objetivo se han establecido cuatro objetivos específicos que se detallan a continuación:

Un primer momento, se evaluó y describió las condiciones, características y procedimientos del sistema de mantenimiento actual. La empresa cuenta con un programa de mantenimiento correctivo y con actividades de mantenimiento Preventivo – Predictivo, por eso no se puede prever las suspensiones o paradas de la maquinaria pesada cuando están operando en sus respectivas ubicaciones de labor. Se constató que no contaba con un presupuesto exclusivo para los fines del mantenimiento; tiene limitaciones para acceder a los proveedores y adquirir los accesorios y repuestos de la maquinaria pesada

En un segundo momento se identificó las causas que originaron las fallas de los equipos son las condiciones geográficas, niveles de accesibilidad agreste y cambios climáticos variados que exige mayor actividad y en donde las actividades de prevención como limpieza, lubricación entre otros, no fueron realizadas oportunamente. Así mismo, al contar solo con un sistema de mantenimiento correctivo, la maquinaria pesada, solo se detenía, cuando una de sus partes o componentes dejaba de funcionar; esto demandaba mayor gasto, se realizaban detenciones de la maquinaria por tiempos prolongados y por lo tanto incumplimiento de las obligaciones.

En un tercer se hizo una evaluación del nivel de disponibilidad y rendimiento de equipos y aplicando un plan de mantenimiento total se tendría una disponibilidad de los equipos que oscilan entre el 97.08% y el 99.96%, considerando que las unidades son relativamente nuevas, se tendrían identificados las acciones del mantenimiento total, se involucraría la participación del personal de la empresa y se contaría con personal profesional – técnico capacitado y actualizado permanentemente. Con los resultados de rendimientos, se establecieron

parámetros de funcionamiento para una mejor producción sobre la base de una nueva programación y cambios en el mantenimiento para una actividad en las obras correspondientes.

Y un cuarto momento, es el diseñar y aplicar el plan de mantenimiento total, el cual es una forma de gestión de calidad y mejoramiento permanente; involucra al personal de la empresa a trabajar en equipos, buscando la generación de un mejor ambiente de trabajo y eficiente; así mismo establece los mecanismos y procedimientos para la seguridad personal y la protección del medio ambiente.

En este proceso se considera la participación, voluntad política y decisión ejecutiva de los directivos o gerente para implementar esta propuesta y por lo cual es necesario informar y comunicar al personal competente de la empresa

Para ejecutar el plan de mantenimiento total es elemental la conjugación de tres elementos o componente claves: la elaboración de un plan de mantenimiento autónomo, usando el sistema de las 5S de la calidad; el diseño del plan mantenimiento planificado, etapa preventiva ante posibles reparaciones de la maquinaria pesada en la empresa y la gestión de los equipos que permita establecer proyectos de mejora continua, higiene, seguridad personal y protección del medio ambiente, como parte de la implementación del Plan de TPM.

Estos componentes solo serán posibles si las políticas estratégicas se convierten en acciones para incrementar la calidad de los servicios que se brindan con la maquinaria pesada, así mismo planificar, organizar y evaluar los trabajos con calidad, seguridad y protección del personal técnico, óptimo mantenimiento de las herramientas y equipos, así como el manejo de los residuos y desechos sólidos.

Estos resultados están relacionados con las conclusiones de Gonzales, Ch. (2013), que en su investigación denominada. *“Propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento para maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A.* señalan que es necesario hacer reformas en

el sistema de mantenimiento que incluya mano de obra propia y, cambiar de proveedores de insumos que garantice un buen mantenimiento.

Así mismo Maldonado, H. y Sigüenza, L. (2012) en sus investigación sobre *“Propuesta de un Plan de Mantenimiento para maquinaria pesada de la Empresa Minera Dynasty Mining del cantón Portovelo”*, sus conclusiones tiene relación con los resultados encontrados en la presente investigación en cuando precisa que un plan de mantenimiento es clave dentro de una empresa y debe cumplir rigurosamente con las recomendaciones, procedimientos y normas establecidas para cada máquina, con la finalidad de funcionando con normalidad todo el tiempo de su vida útil de la misma.

V. CONCLUSIONES

- 1) La empresa Los Ángeles tiene la voluntad y decisión política para dar mantenimiento a la maquinaria pesada que posee; el sistema de mantenimiento que realiza no cumple con las exigencias del uso de la maquinaria y son ineficientes; la maquinaria en funcionamiento, siendo nuevas, presentan fallas en sus componentes por las exigencias del trabajo en las obras; el personal no está capacitado ni calificado para responder a las exigencias del mantenimiento en maquinaria pesada; no cuentan con un sistema de planificación y organización para realizar el mantenimiento, el presupuesto no cubre las necesidades y requerimiento del mantenimiento. Existe un exceso de gasto que no justifica con los resultados y operatividad de la maquinaria pesada. Realiza un adecuado manejo de los desechos sólidos para que no afecte al medio ambiente.
- 2) La maquinaria pesada de la empresa Los Ángeles, ejecuta sus actividades en zona agreste, altos desniveles del suelo, cambios climáticos variados y frecuentes, zonas de difícil acceso que, produce fallas y averías continuas y exige un sistema de mantenimiento que responda a estas condiciones de operatividad. Las principales fallas más frecuentes son problemas de frenos, dirección, sistema de mangueras, falta de lubricantes y grasas, fallas en sistema de luces, rotación de equipos complementarios, falla en los sistema de neumáticos, ejes, entre otros
- 3) Según los Indicadores de Gestión de Mantenimiento, la flota de maquinaria pesada de la empresa Los Ángeles, tienen una disponibilidad y rendimiento que oscilan entre los 97.08% y 99.96 y un nivel de confiabilidad del 94%, considerando que las unidades son relativamente nuevas, se involucraría la participación del personal profesional – técnico capacitado y actualizado permanentemente
- 4) Para implementar y aplicar el Plan de Mantenimiento total, se ha considerado decisión política de la empresa, políticas estratégicas, sistema de gestión de

calidad, mejora continua, participación activa del personal de la empresa a través de equipos de trabajo, sistemas de seguridad del personal y mecanismos y procedimientos para la seguridad y el cuidado del medio ambiente. A nivel procedimental se ha considerado lo siguiente: decisión para aplicar el plan de mantenimiento total, proporcionar información y organización del personal de la empresa, definición de objetivo y políticas estratégicas sobre el mantenimiento total, elaboración del plan maestro de mantenimiento total y formalización del inicio del proceso de mantenimiento total.

VI. RECOMENDACIONES

- 1) La empresa Los Ángeles tiene que tomar la decisión de reorganizar el área de mantenimiento e propiciar la participación de todo el personal de la empresa para hacer efectivo el Plan maestro de mantenimiento total; así mismo, capacitar, sensibilizar y actualizar al personal involucrado en temas de gestión y calidad de mantenimiento para instituir una política de mantenimiento total dentro de la empresa, así como realizar un proceso de gestión del mantenimiento por resultados para evaluar la inversión con los logros conseguidos
- 2) La empresa Los Ángeles debe contar con un sistema de control, seguimiento y evaluación sobre la ejecución y cumplimiento del plan de mantenimiento total, así podrá corregir sobre la marcha los niveles de eficiencia y calidad del servicio y permitiendo que la maquinaria pesada opere sin interrupciones y de manera permanente.
- 3) Se recomienda adquirir o elaborar un software para establecer un sistema de mantenimiento total y complementar las acciones de mantenimiento para mantener los niveles de disponibilidad, confiabilidad y rendimiento de la maquinaria pesada en la Empresa Los Ángeles preventivo – predictivo
- 4) Se recomienda seguir con las normas y parámetros establecidos por los fabricantes en el mantenimiento e incrementar la frecuencia de pruebas de diagnósticos del mantenimiento predictivo para identificar fallas y garantizar un seguimiento y control absoluto de la maquinaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALPIZAR VILLEGAS, Luis. Operación, Mantenimiento y Control de Calidad, Capítulo 5: Mantenimiento. CAPRE/GTZ. 2011 Disponible en: http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/manual4/ma4_cap5.pdf

ASOCIACIÓN DE REPRESENTANTES AUTOMOTORES DEL PERÚ. “Informe estadístico venta anual 2012”. 2013. Disponible en: <http://araper.pe/ckfinder/userfiles/files/INFORME%20ESTADISTICO%20ARAPER%20%20-%202012.pdf>.

BUSTAMANTE BARBERENA, Gerardo Adolfo. “Implementación de mejoras en el mantenimiento mecánico de los sistemas de enfriamiento de agua en proceso de planta San Miguel de cemento Progreso S.A.” Tesis Maestría. Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala, 2006.

CABREJOS BURGA, José Diego “Contribución al mejoramiento de la gestión logística en el Almacén del área de mantenimiento de maquinaria pesada en la empresa CYOMIN SAC, Dpto. de Cajamarca”. Tesis de Grado. Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú, 2012

CHÁVARRY ZAPATA, Bernardo. Mantenimiento preventivo de una Motoniveladora Marca Komatsu, Modelo GD605A de la Municipalidad Provincial de Chota – Cajamarca. Tesis de Grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú, 2011.

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La Productividad en el mantenimiento Industrial. Compañía Editorial Continental. México, 2003.

GONZALES SANTUR, Christian Danilo. “Propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo para maquinaria pesada Caterpillar en la empresa Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. Tesis de Grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú, 2013.

HERNÁNDEZ CRUZ, Víctor Armando. “Plan de Mantenimiento Preventivo para la maquinaria pesada en funcionamiento de la Zona Vial N°14, Dirección General de Caminos, Salamá, Baja Verapaz”. Tesis de Grado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2010.

LIZA UBILLÚS, Carlos Iván. Mantenimiento preventivo de los volquetes Volvo Modelo FM 440 de Corporación Minera Centauro – Proyecto Pucamarca”. Tesis de Grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú, 2012.

MAGO GUTIÉRREZ, Klenyis Isdael. “Diagnóstico de falla a los equipos pesados de la gerencia de materiales de la empresa Orinoco Iron S.C.S.”. Trabajo de Investigación. Universidad Nacional Experimental Politécnica. Guayana, 2006.

MALDONADO VILLAVICENCIO, Hernán Manuel y SIGÜENZA MALDONADO, Luis Alfaro. “Propuesta de un Plan de Mantenimiento para maquinaria pesada de la Empresa Minera Dynasty Mining del cantón Portovelo”. Tesis de Grado. Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca. Cuenca, Ecuador, 2012

ANEXOS

ANEXO Nº 01

ENCUESTA TÉCNICA

Empresa:

Nombre del encuestado:..... Fecha:...../...../.....

Cargo: Lugar:

Relación de preguntas que ayudarían a orientar el recojo de información de la presente investigación

INTERROGANTES	RESPUESTA	
	SI	NO
1. ¿Existe un plan de mantenimiento? Detallar si lo hubiera		
2. ¿La estructura organizacional del mantenimiento permite cumplir con los trabajos de manera eficaz y rápida?		
3. ¿Considera que es necesario un cambio o incorporar elementos en el sistema de mantenimiento actual que permita optimizar el funcionamiento de los equipos pesados?		
4. ¿Los mecánicos se sienten preparados para hacer las labores de mantenimiento a los equipos pesados?		
5. ¿Se dispone de un inventario de todo lo que corresponde al área de mantenimiento?		
6. ¿El personal responsable del mantenimiento de los equipos pesados, recibe una preparación constante?		
7. ¿Existe un presupuesto real del área de mantenimiento?		
8. ¿El personal que labora en mantenimiento es suficiente para cubrir todas las labores?		
9. ¿Se encuentra con facilidad los repuestos?		
10. ¿El personal cuenta con suficiente espacio para hacer las actividades de mantenimiento		
11. ¿Se planifica la paralización de los equipos pesados para dar mantenimiento?		
12. ¿Se cuenta con un registro de los mantenimientos que se dan a los equipos pesados?		
13. ¿Se brindó una suficiente capacitación al personal de mantenimiento para que apliquen los procedimientos correctos al hacer la inspección de los equipos pesados?		
14. ¿Tienen un área que se encargue del abastecimiento de los repuestos?		
15. ¿Cuentan con la documentación técnica (manuales u otros) para hacer el mantenimiento de los equipos pesados?		
16. ¿La empresa brinda las facilidades para que su personal de mantenimiento se capacite en lo referente al mantenimiento de equipos pesados?		
17. ¿Se realiza evaluaciones periódicas al personal a cargo del mantenimiento de la maquinaria pesada?		
18. ¿Se justifica los costos con los resultados y operatividad de los equipos pesados?		
19. ¿La empresa cuenta con recursos y herramientas para hacer el mantenimiento?		
20. ¿Se realizan estudios previos para las actividades de mantenimiento (estudio de tiempo, movimientos, otros)?		
21. ¿El manejo de los desechos sólidos se manejan de manera correcta para que no afecte al medio ambiente?		

ANEXO N° 2: Interpretación de resultados

Se han entrevistado a 21 personas, entre operarios y personal responsable del mantenimiento y los resultados obtenidos son los siguientes:

1) Cuentan con un Plan de Mantenimiento

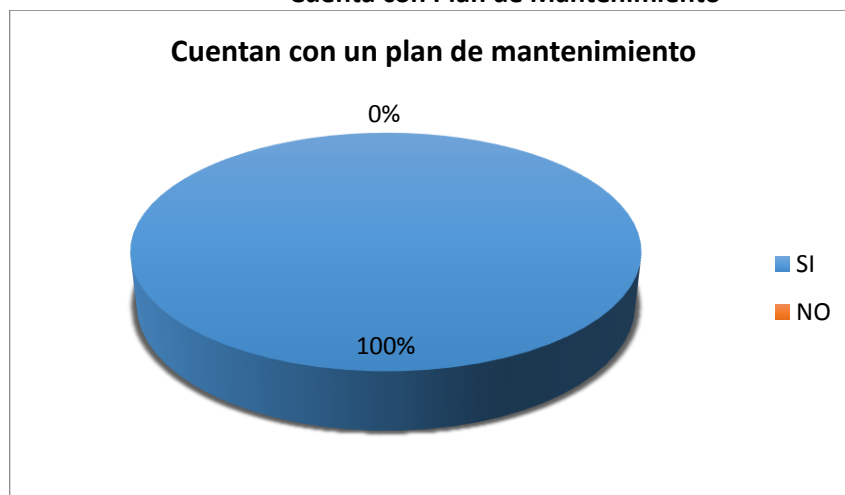
Tabla N° 3
Cuenta con un plan de mantenimiento

Cuentan con un plan de mantenimiento		
Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	21	100
NO	0	0
Total	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 1
Cuenta con Plan de Mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 3 y en el figura N° 1, del total de los entrevistados, el 100% indican que si cuentan con un plan de mantenimiento; evidenciando que la empresa tiene la decisión y voluntad política para dar mantenimiento a sus equipos pesados.

2) Eficacia de la Organización del mantenimiento

Tabla N° 4
Eficiencia en la organización del mantenimiento

Eficiencia en la organización del mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	21	100
NO	0	0
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 2
Eficacia de la Organización del Mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 4 y el Figura N° 2, se observa que del total de los entrevistados, el 100% señalan que la organización del mantenimiento Si permite cumplir con los trabajos de manera eficaz y rápida. Es una percepción que tienen el personal del área del mantenimiento, responsables de brindar mantenimiento a los equipos pesados de la empresa.

3) Incorporar nuevos elementos al sistema de mantenimiento

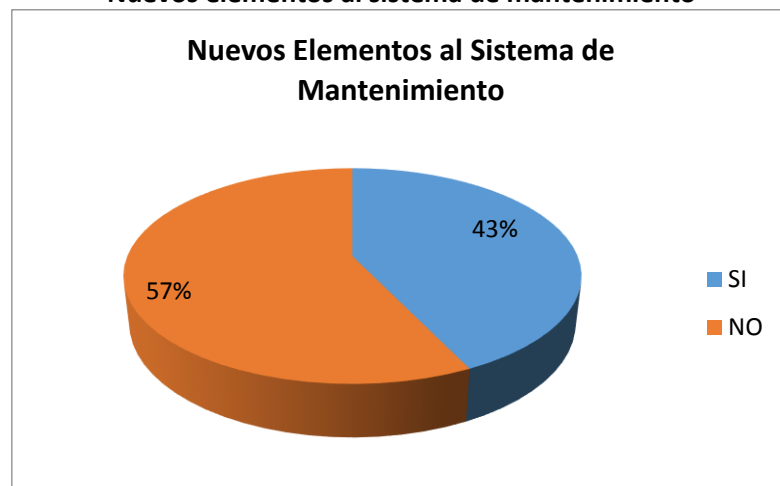
Tabla N° 5
Nuevos elementos al sistema de mantenimiento

Nuevos elementos al sistema de mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	9	43
NO	12	57
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 3
Nuevos elementos al sistema de mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa



En la Tabla N° 5 y en el Figura N° 3, se puede observar que del 100% de los encuestados, el 57% señalan que NO es necesario incorporar nuevos elementos en el sistema de mantenimiento para optimizar el funcionamiento de los equipos pesados, pero el 43% señalan que SI es necesario incorporar nuevos elementos al sistema de mantenimiento.

4) Mecánicos capacitados

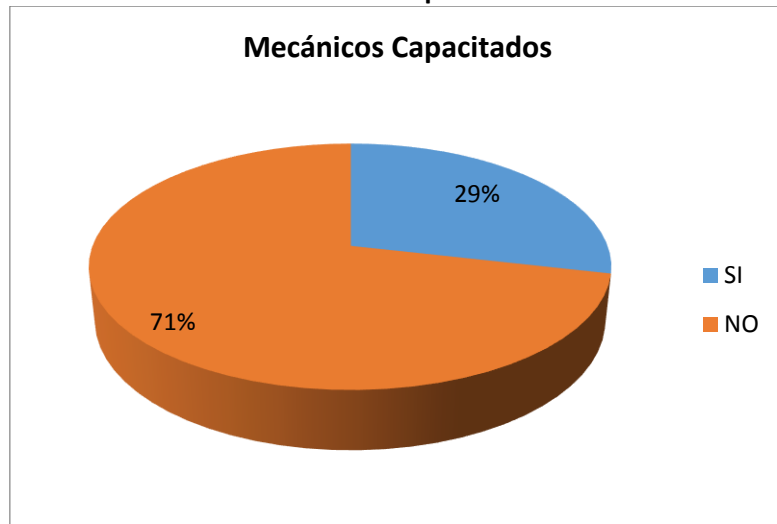
Tabla N° 6
Mecánicos capacitados

Mecánicos capacitados		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	6	29
NO	15	71
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 4
Mecánicos Capacitados

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 6 y en el Figura N° 4, se observa que del total de encuestados, el 71% señalan que los mecánicos NO están capacitados y preparados para hacer las labores de mantenimiento y el 29% indican que SI están capacitados y preparados para realizar las labores de mantenimiento de los equipos pesados en la empresa. Esta información nos muestra una preocupación en la relación de la eficiencia del mantenimiento del equipo pesado

5) Inventario

Tabla N° 7
Cuentan con inventario

Cuentan con inventario			
Opción	Frecuencia	Porcentaje	
SI	9	43	
NO	12	57	
TOTAL	21	100	

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 5
Cuentan con Inventario

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 7 y en el Figura N° 5, se observa que del total de encuestados, el 57% manifiestan que No cuentan con un inventario en el área de mantenimiento y el 43% señalan que SI tienen un inventario en el área de mantenimiento para equipos pesados.

6) Preparación constante de los responsable del mantenimiento

Tabla N° 8
Preparación constante de los responsables del mantenimiento

Preparación constante de los responsables del mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	3	14
NO	18	86
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 6
Preparación constante de los responsables del mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa



En la Tabla N° 8 y en el Figura N° 6, se observa que del total de los encuestados, el 86% señalan que el personal responsable del mantenimiento de los equipos pesados NO reciben una preparación constante y el 14% señalan que SI se preparan constantemente. Es una información que debe ser considerada dentro del plan de mantenimiento a proponer.

7) Presupuesto

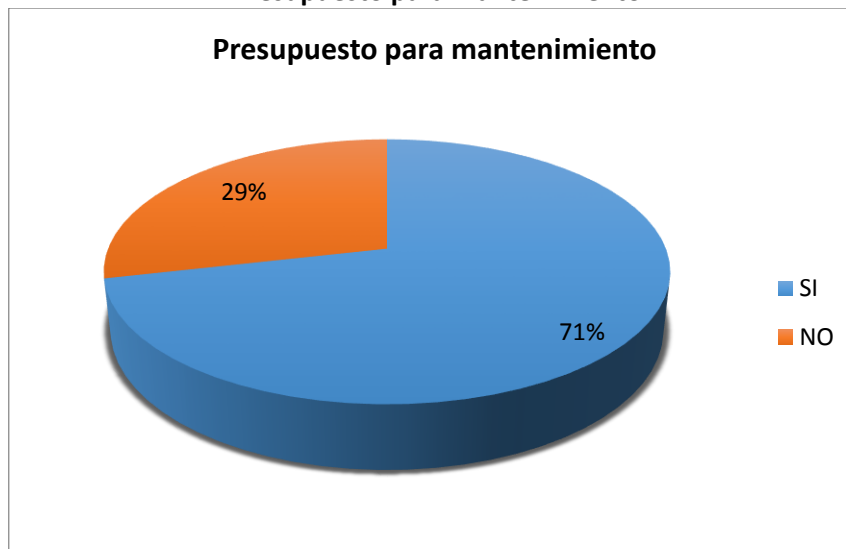
Tabla N° 9
Presupuesto para mantenimiento

Presupuesto para mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	15	71
NO	6	29
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 7
Presupuesto para mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 9 y en el Figura N° 7, se observa que del total de los encuestados, el 71% indican que SI existe un presupuesto para mantenimiento y el 29% señalan que No existe presupuesto para EL mantenimiento de los equipos pesados. Esta información ratifica la voluntad y decisión política que tiene la empresa para dar mantenimiento a sus equipos pesados

8) Personal para mantenimiento

Tabla N° 10
Personal para el mantenimiento

Personal para el mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	0	0
NO	21	100
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 8
Personal para mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 10 y en el Figura N° 8, se observa que del total de los encuestados, el 100% indican que el personal que labora en mantenimiento NO es suficiente para cubrir todas la labores de mantenimiento de los equipos pesados. Estos datos no permite conocer dela necesidad de especializar al personal que destina la empresa para el mantenimiento y distribuirla de tal manera que permita cubrir las demandas de mantenimiento de los equipos pesados.

9) Acceso a repuestos

Tabla N° 11
Acceso a repuestos

Acceso a repuestos		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	12	57
NO	9	43
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 9
Acceso a repuestos

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 11 y en el Figura N° 9 se observa que del 100% de los encuestados, el 57% manifiestan que SI acceden y se encuentran fácilmente los repuestos y el 43% señalan que NO pueden acceder o encuentra fácilmente los repuestos para el mantenimiento de los equipos pesados. Estos datos permiten reconocer que en la empresa cuentan con los repuestos para poder ejecutar un mantenimiento a los equipos pesados.

10) Espacio para mantenimiento

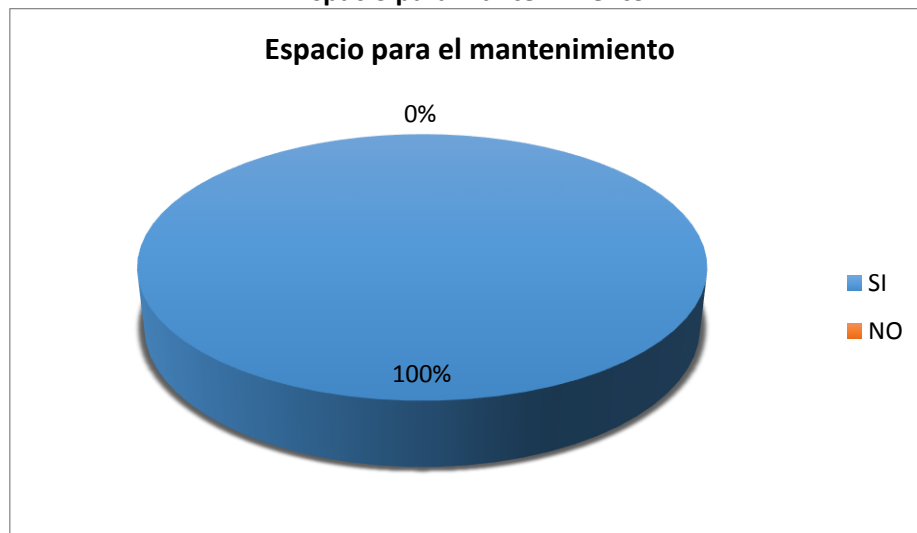
Tabla N° 12
Espacio para el mantenimiento

Espacio para el mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	21	100
NO	0	0
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 10
Espacio para mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 12 y en el Figura N° 10, se observa que del total de los encuestados, el 100% señalan que el personal SI cuenta con espacio suficiente para hacer las actividades de mantenimiento. Esta información, nos muestra otra evidencia de cómo la empresa está preocupada por brindar un sistema de mantenimiento a sus unidades y equipos pesados

11) Planificación del mantenimiento

Tabla N° 13
Planificación del mantenimiento

Planificación del mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	0	0
NO	21	100
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 11
Planificación del mantenimiento



Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

En la Tabla N° 13 y en el Figura N° 11, se observa que del total de los encuestados, el 100% señalan que NO se planifica la paralización de los equipos pesados para dar mantenimiento. Esta información nos muestra que existe una falta de organización en el mantenimiento de los equipos pesados y debe ser considerada en la propuesta a realizarse.

12) Registro de los mantenimientos

Tabla N° 14
Registro de los mantenimientos

Registro de los mantenimientos		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	0	0
NO	21	100
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 12
Registro de los mantenimientos

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 14 y en el Figura N° 12, se observa que del total de los encuestados, el 100% indican que NO existe un registro de los mantenimientos que dan a los equipos pesados. Nos permite observar que es necesario propiciar los formatos necesarios para registrar las actividades u ocurrencias que se realicen con relación al mantenimiento de los equipos pesados en la empresa.

13) Capacitación al personal de mantenimiento

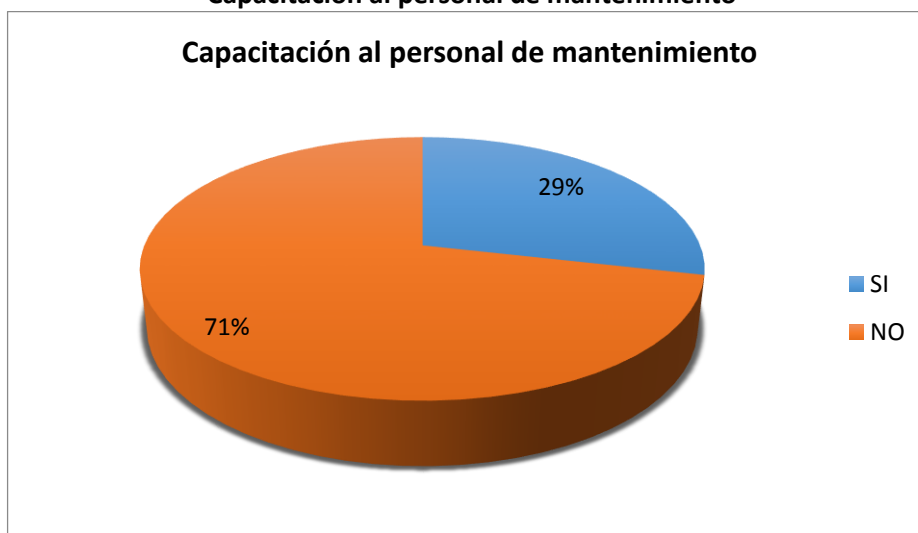
Tabla N° 15
Capacitación al personal de mantenimiento

Capacitación al personal de mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	6	29
NO	15	71
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 13
Capacitación al personal de mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 15 y en el Figura N° 13, se observa, que del 100% de los encuestados, el 71% de los manifiestan que NO se brinda una suficiente capacitación al personal de mantenimiento para que apliquen los procedimientos correctos al hacer la inspección de los equipos pesados y el 29% señalan que SI les brindan suficiente capacitación al personal de mantenimiento. Es necesario reforzar las actividades de capacitación al personal para garantizar eficiencia y calidad en los servicios de mantenimiento de los equipos pesados

14) Área de abastecimiento de repuestos

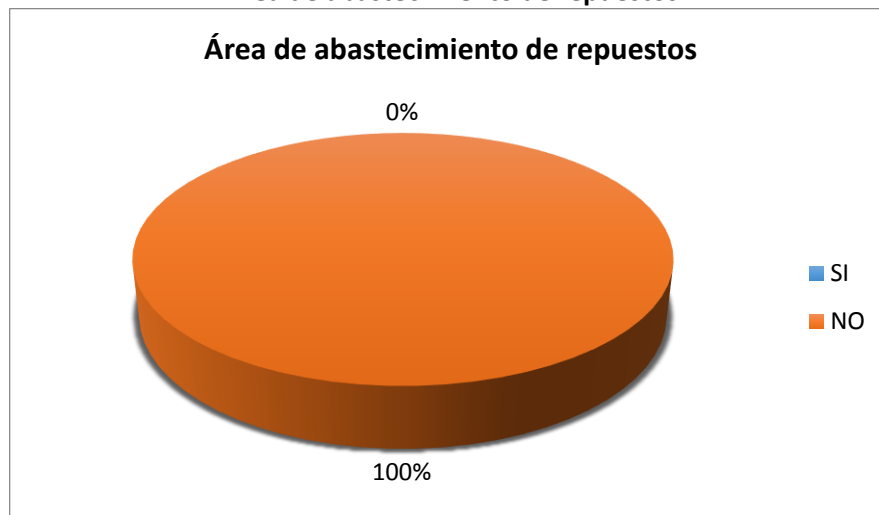
Tabla N° 16
Área de abastecimiento de repuestos

Área de abastecimiento de repuestos		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	0	0
NO	21	100
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 14
Área de abastecimiento de repuestos

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 16 y en el Figura N° 14, se observa que, del total de los encuestados, el 100% indican que NO tienen un área que se encargue del abastecimiento de los repuestos para el mantenimiento de los equipos pesados. Aun cuando la mayoría indican que tienen acceso a repuestos, no cuentan con un área exclusivamente para el abastecimiento de los repuestos.

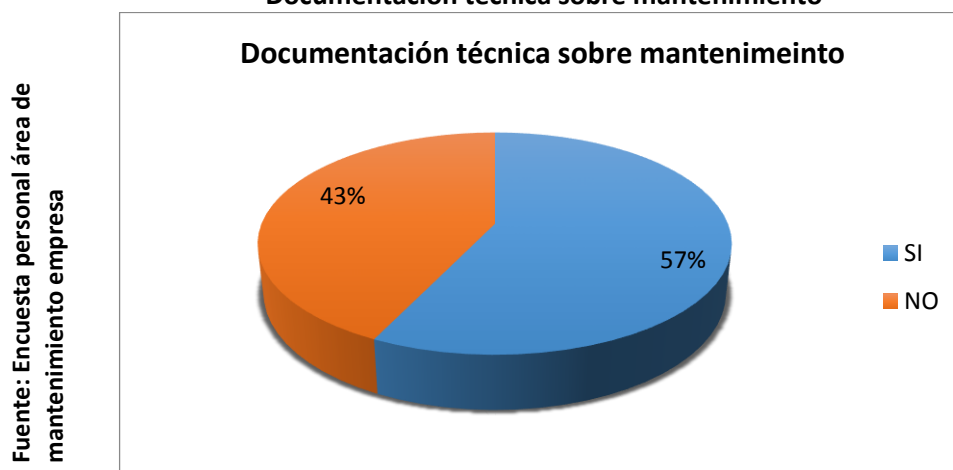
15) Documentación técnica sobre mantenimiento

Tabla N° 17
Documentación técnica sobre mantenimiento

Documentación técnica sobre mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	12	57
NO	9	43
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 15
Documentación técnica sobre mantenimiento



En la Tabla N° 17 y en el Figura N° 15, se observa que, del total de los encuestados, el 57% de los encuestados señalan que SI tiene la documentación técnica para hacer el mantenimiento de los equipos pesados y el 43% indican que NO tienen la documentación técnica. Lo que precisan el personal es que cuentan con los manuales de funcionamiento de los equipos pesados en donde se precisan el sistema de mantenimiento establecido por el fabricante.

16) Facilidades para capacitación

Tabla N° 18
Facilidades para la capacitación

Facilidades para capacitación		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	0	0
NO	21	100
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 16
Facilidades para capacitación



Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa

En la Tabla N° 18 y en el Figura N° 16, se observa que del total de los encuestados, el 100% señalan que la empresa NO brinda las facilidades para que el personal de mantenimiento de capacite en lo referente a mantenimiento de maquinaria pesada. Esta situación es una limitación para el mantenimiento en de los equipos pesados, considerando que se requiere de personal especializado, capacitado y actualizado para esta labor.

17) Evaluación al personal de mantenimiento

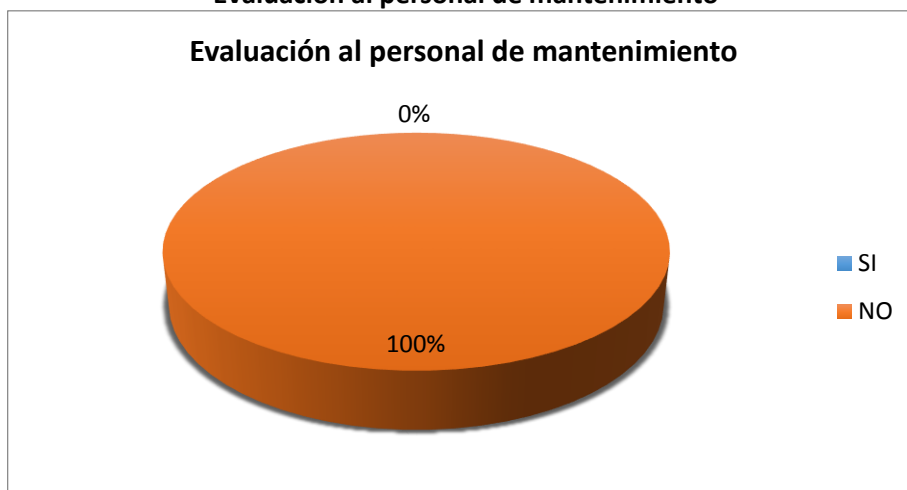
Tabla N° 19
Evaluación al personal de mantenimiento

Evaluación al personal de mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	0	0
NO	21	100
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 17
Evaluación al personal de mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa



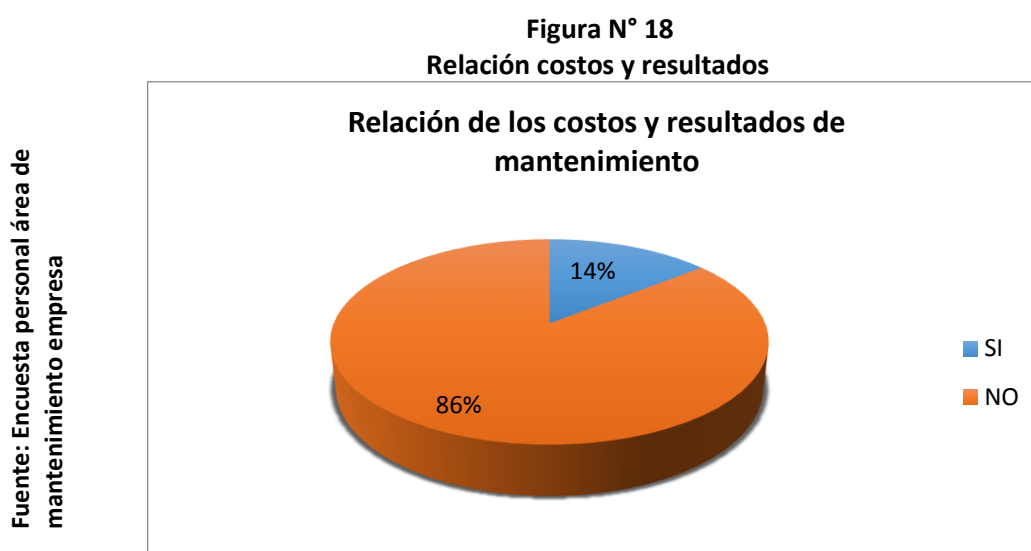
En la Tabla N° 19 y en el Figura N° 17, se observa que, del total de los encuestados, el 100% manifiestan que NO se realizan evaluaciones periódicas al personal a cargo del mantenimiento de los equipos pesados en la empresa. Esta información guarda relación con la capacitación al personal, por lo tanto para poder brindar un servicio eficiente y de calidad, es necesario evaluar y capacitar periódicamente al personal de mantenimiento, en lo referente a mantenimiento de equipos pesados.

18) Relación costos y resultados

Tabla N° 20
Relación de los costos y resultados de mantenimiento

Relación de los costos y resultados de mantenimiento			
Opción	Frecuencia	Porcentaje	
SI	3	14	
NO	18	86	
TOTAL	21	100	

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa



En la Tabla N° 20 y en el Figura N° 18, se observa que, del total de los encuestados, el 86% señalan que NO se justifica los costos con los resultados y operatividad de los equipos pesados y el 14% indican que SI se justifican los costos con los resultados y operatividad de los equipos pesados. Aquí se puede percibir que a pesar que la empresa tiene la voluntad y decisión política para brindar mantenimiento a los equipos pesados, esta labor, no está dando los resultados esperados y por lo tanto requiere de cambios y mejorar para garantizar un buen resultado en la relación costo y mantenimiento eficiente.

19) Recursos y herramientas para el mantenimiento

Tabla N° 21
Recursos y herramientas para el mantenimiento

Recursos y herramientas para el mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	21	100
NO	0	0
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 19
Recursos y herramientas para el mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa



En la Tabla N° 21 y en el Figura N° 19, se observa que, del total de los encuestados, el 100% señalan que la empresa SI cuenta con los recursos y herramientas para hacer el mantenimiento de los equipos pesados de la empresa. Esta información es otro indicador de que la empresa tiene la voluntad y decisión de contar con un sistema de mantenimiento de los equipos pesados.

20) Estudios previos para el mantenimiento

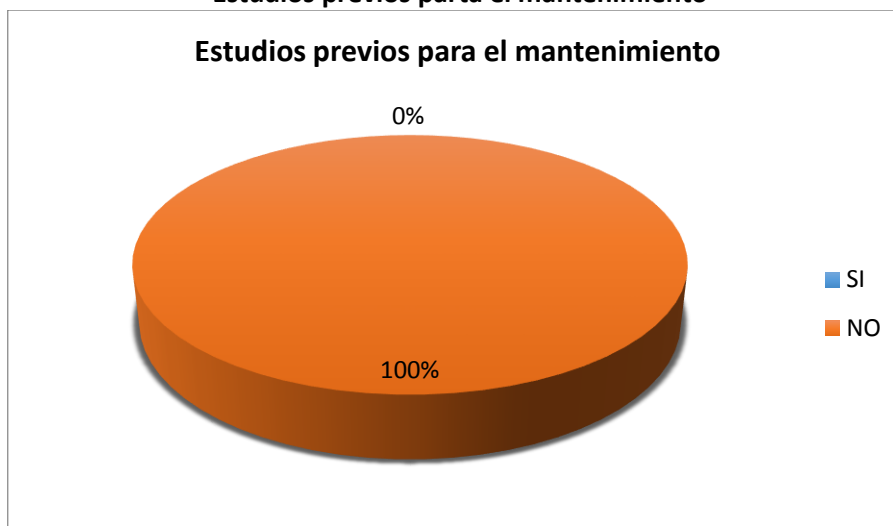
Tabla N° 22
Estudios previos para el mantenimiento

Estudios previos para el mantenimiento		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	0	0
NO	21	100
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 20
Estudios previos para el mantenimiento

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 22 y en el Figura N° 20, se observa que, del total de los encuestados, el 100% encuestados indican que NO se realizan estudios previos para las actividades de mantenimiento de los equipos pesados en la empresa. Esta información debe ser incluida en el plan de mantenimiento a proponer, por ser relevante en optimizar el tipo de mantenimiento que se quiera realizar.

21) Manejo de los desechos sólidos

Tabla N° 23
Manejo de los desechos sólidos

Manejo de los desechos sólidos		
Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	18	86
NO	3	14
TOTAL	21	100

Fuente: Encuesta personal área de mantenimiento empresa

Figura N° 21
Manejo de los desechos sólidos

Fuente: Encuesta personal área de
mantenimiento empresa



En la Tabla N° 23 y en el Figura N° 21, se observa que, del 100% de los encuestados, el 86% indican que el manejo de los desechos sólidos SI se manejan de manera correcta para que no afecte al medio ambiente y el 14% señalan que el manejo de los desechos sólidos NO se manejan de manera correcta y afecta al medio ambiente. Existe la voluntad y la acción de cuidar el medio ambiente y al mismo tiempo cuidar la salud del personal que labora en mantenimiento al hacer un buen manejo de los desechos sólidos.

ANEXO N° 3: Plan de Mantenimiento Preventivo Anual

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL													
HORAS	ACTIVIDAD	MES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10 HORAS	Revisar aceite de motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar refrigerante de motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar tanque de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Drenar filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar aceite hidráulico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Verificar transmisión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Drenar filtros de separador de agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Correa del alternador y ventilador del motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	revisar radiador y condensador de aire acondicionado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar nivel de depósito de limpia parabrisas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Engrasar equipo cargador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Engrasar equipo retroexcavador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar nivel de aceite hidráulico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar flexibles y tuberías hidráulicos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
50 horas	Revisar aceite hidráulico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar aceite de frenos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar aceite de línea	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Engrasar pines horizontal y vertical	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Engrasar área del sello	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Verificar depósito de aceite hidráulico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Engrasar balancín telescópico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Engrasar bisagras de puertas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Engrasar rodamiento de articulación de eje delantero	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Engrasar rodamiento de anillo de articulación del puente delantero	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar presión de neumáticos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Verificar filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
100 horas	Revisar y adicionar liquido de freno y embrague	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Lubricar esferas de los cilindros de elevación de la hoja	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Lubricar esferas del cilindro del desplazamiento lateral	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Lubricar esfera de barra de tracción	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Lubricar rodamiento de la articulación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Lubricar extremidades de los cilindros de articulación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
250 horas	Drenar y llenar aceite de motor		X		X		X		X		X		X
	Drenar depósito de combustible		X		X		X		X		X		X
	Limpiar filtro de combustible		X		X		X		X		X		X
	Cambio de aceite de cárter de motor		X		X		X		X		X		X
	Verificar correas		X		X		X		X		X		X
	Lubricar barra de dirección		X		X		X		X		X		X
	Lubricar horquilla de levante		X		X		X		X		X		X

	Engrasar mando diferencial		X		X		X		X		X		X
	Engrasar árboles de accionamiento		X		X		X		X		X		X
	Engrasar cardanes		X		X		X		X		X		X
	Engrasar junta de dirección		X		X		X		X		X		X
	Limpiar radiador		X		X		X		X		X		X
	Revisar aire acondicionado		X		X		X		X		X		X
	limpiar filtros de cabinas		X		X		X		X		X		X
500 horas	Engrasar pin del cilindro de dirección						X						X
	Drenar y llenar aceite de motor						X						X
	Cambiar filtro de aceite de motor						X						X
	Cambiar filtro de aceite hidráulico						X						X
	Cambiar filtro de combustible						X						X
	Revisar sistema integral de enfriamiento						X						X
	Cambio de aceite de velocidades						X						X
	Limpiar filtro de aceite del convertidor						X						X
	Limpiar filtro de aspiración aceite hidráulico de los embragues						X						X
	Lubricar soportes exteriores de los bastidores del tren de rodaje						X						X
	Cambiar filtro de aceite del sistema hidráulico de la dirección, embrague y freno						X						X
	Cambiar pre filtro de combustible						X						X
1000 horas	Cambiar filtro de aire												X
	Cambiar filtro de combustible												X
	Cambiar filtro de tanque hidráulico												X
	Cambiar batería												X
	Cambiar aceite hidráulico												X
	Drenar y rellenar líquido refrigerante												X
	Limpiar colador de aceite hidráulico												X
	Cambiar filtro de tanque hidráulico												X
	Regular luz de la válvula												X
	Cambiar par cónico embragues, dirección y freno												X
	Cambiar mandos finales reductores laterales												X
	Engrasar articulación de pedales de freno												X
	Limpiar respiradero de la transmisión												X
	Cambiar aceite de eje y reductores delanteros												X
	Revisar y limpiar inspección de la máquina												X
	Revisar alternador												X
	Revisar motor de arranque												X
2000 horas	cambiar filtros del sistema hidráulico												X
	Cambiar aceite hidráulico												X
	Cambiar radiador												X
	Vaciar circuito de refrigeración												X
	Vaciar líquido de frenos												X

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 4: REPORTE DE ACTIVIDADES DIARIA

REPORTE DIARIO DE FLOTA EQUIPOS											
OBRA:		FECHA:		MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
EQUIPOS ÁNGELES											
CÓDIGO	MARCA	MOD	T/M	O/T	KM / Hr.	Fecha Paralización	Fecha Reinicio	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS	RESPONSABLE	AVANCE	OBSERVACIONES

ANEXO N° 5: ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO SEMANALES

REPORTE SEMANAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO										
OBRA			SEMANA							
EQUIPOS ÁNGELES										
Fecha	CÓDIGO	MARCA	MOD	KM/HR	Ubicación	Horas Detenidas	ESTADO	Servicio Realizado	RESPONSABLE	OBSERVACIONES

ANEXO N° 6: ORDEN DE TRABAJO

C.R. :		ORDEN DE TRABAJO		N°	
EQUIPO		FECHA INICIO			
MARCA		FECHA TERMINO			
SERIE		HR INICIO			
CÓDIGO		HR FIN			
HORÓMETRO		TIPO DE MTTO	PREVENTIVO		
SISTEMA:					
MOTOR		TRANSMISIÓN		HIDRÁULICO	
		ELÉCTRICO		ESTRUCTURA	
				OTROS	
MOTIVO DE INTERVENCIÓN:					
DESCRIPCIÓN / DETALLES :					
COMENTARIO / RECOMENDACIONES :					
LISTA DE REPUESTOS :					
ÍTEM	N° PARTE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	
AL TERMINO DEL SERVICIO EL EQUIPO QUEDA :					
OPERATIVO		FIRMA TEC. RESPONSABLE		FIRMA TEC. SUPERVISOR	
INOPERATIVO					
OPERATIVO CON OBSERVACIONES					

ANEXO N° 7: SOLICITUD DE PEDIDO

FORMATO DE SOLICITUD REPUESTOS										
NUMERO										
FECHA										
SOLICITANTE										

ÍTEM	Cód. ÁNGELES	N/P	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	EQUIPO	CÓDIGO	MODELO	RQ-	TIPO	Observación
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										

ANEXO N° 8: MATRIZ DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

	FECHA INICIAL		
	FECHA FINAL		

EQUIPO		DATOS ÚLTIMO MTTO			PROGRAMACIÓN						FECHA PROGRAMADA							EJECUCIÓN		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÚLTIMO MANTTO	HR/KM ACTUAL	PROM. TRABAJO	HORÓMETRO PROGRAMADO	HR/ KM FALTANTES	TIPO MANTTO	HORA			Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	FECHA	HRS KM	CUMPLIMIENTO
								INICIAL	FINAL	DURACIÓN	07	08	09	10	11	12	13			OBSERV.
CF01430	CARGADOR FRONTAL																			
EX01515	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS																			
EX01583	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS																			
EX01649	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS																			
EX01799	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS																			
RE01511	RETROEXCAVADORA																			
RE01689	RETROEXCAVADORA																			
RE01785	RETROEXCAVADORA																			
MN01476	MOTONIVELADORA																			
MN01509	MOTONIVELADORA																			
RO01510	RODILLO LISO																			
RO01507	RODILLO LISO																			
ELABORADO POR Nombre y apellido: Función/Cargo:					REVISADO POR Nombre y apellido: Función/Cargo:					APROBADO POR Nombre y apellido: Función/Cargo:										

ANEXO N° 9 CONSUMO COMBUSTIBLE

CONSUMO COMBUSTIBLE POR MAQUINARIA PESADA								
EQUIPO	FECHA	MES	Hro. Inicial	Hro. Final	PROMEDIO	GALONES	RECORRIDO	CONSUMO

ANEXO N° 10: Componentes críticos en la Maquinaria Pesada

SISTEMA	COMPONENTE
TRANSMISIÓN	Embrague
	Convertidor de par
	Eje cardan
	Diferencial
	Mando final
	Toma fuerza
HIDRÁULICO	Válvulas
	Cañerías
	Bomba
	Depósito de aceite
	Aceite
NEUMÁTICOS	Pulmones
	Cañerías
	Depósito de aire comprimido
	Válvulas
FRENOS	Zapatillas
	Tambor
	Cañerías
	Líquido de frenos
ELÉCTRICO	Motor de arranque
	Alternador
	Batería
	Fusible
	Relays
ELECTRÓNICO	Sensores
	Actuadores
	ECU
INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	Filtros
	Bomba de alta presión
	Bomba de transferencia

	Separador de agua
	Inyectores
	Válvula dosificadora
LUBRICACIÓN	Cárter
	Bomba de aceite
	Cañerías
	Filtros
	Válvula limitadora de presión
REFRIGERACIÓN	Radiador
	Ventilador
	Termostato
	Refrigerante
	Cañerías
	Bomba de agua
ADMISIÓN DE AIRE	Válvulas de admisión
	Válvulas de escape
	Empaque cabezote
	Balancines
	Seguros
	Muelles
	Levas
	Taques
SOBREALIMENTACIÓN	Turbocompresor
	Intercooler
HERRAMIENTA	Corte
	Desgarradores
	Pernos
	Tuercas
RODAJE	Cadena de orugas
	Llantas
	Rodillos
DIRECCIÓN	Bomba
	Cañerías
	Válvula de regulación
	Caja de dirección
	Terminales
SUSPENSIÓN	Amortiguadores
	Paquete de resortes
	Perno Guía
	Montura

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°11: MATRIZ DE ANÁLISIS PREDICTIVO

MATRIZ DE ANÁLISIS PREDICTIVO

MATRIZ		
MAQUINARIA		
CÓDIGO		
FECHA		
PARTE INSPECCIONAR	PUNTO A INSPECCIONAR	VARIABLE
MOTOR DIÉSEL	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Hierro en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Níquel en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Silicio en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Aluminio en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Plomo en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cromo en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cobre en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido d Diésel en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido se agua en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Viscosidad a 100 °C del aceite
	BOMBA DE ACEITE	Presión del Aceite en Baja en Vacío
	BOMBA DE ACEITE	Presión del Aceite en Alta en Vacío
	DAMPER	Velocidad del Motor en Baja en Vacío
	DAMPER	Velocidad del Motor en Alta en Vacío
	PANEL DE CONTROL	Temperatura del agua
MANDOS FINALES	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Hierro en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Silicio en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Aluminio en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Plomo en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cromo en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cobre en el aceite
HIDRÁULICA	TOMA DE MUESTRA	CONTENIDO DE HIERRO EN EL ACEITE
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Silicio en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Aluminio en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Plomo en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cromo en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cobre en el aceite
	PANEL DE CONTROL	Temperatura del aceite
	VÁLVULA DE ALIVIO	Presión del aceite
TRANSMISIÓN	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Hierro en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Silicio en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Aluminio en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Plomo en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cromo en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cobre en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de agua en el aceite
	CONVERTIDOR	Temperatura del aceite en el Convertidor
	CONVERTIDOR	Presión de entrada del Convertidor
	CONVERTIDOR	Presión de salida del Convertidor
DIFERENCIAL	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Hierro en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Silicio en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Aluminio en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Plomo en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cromo en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cobre en el aceite
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de agua en el aceite

ANEXO N° 12: PROGRAMA DE INSPECCIÓN PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA LOS ÁNGELES

PROGRAMA DE INSPECCIÓN PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA ÁNGELES									
MAQUINARIA			ÁREA						
CÓDIGO			RESPONSABLE						
FECHA			SECTOR						
PARTE INSPECCIONAR	PUNTO A INSPECCIONAR	VARIABLE	UNIDAD DE INSPECCIÓN	MÉTODO	INSTRUMENTO	FRECUENCIA	RANGO NORMAL	ESTADO DEL EQUIPO	INSPECTOR
MOTOR DIÉSEL	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Hierro en el aceite	ppm	Medir	Filtro	500	30 - 300	F. Servicio	Químico
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Níquel en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Silicio en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Aluminio en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Plomo en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cromo en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cobre en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido d Diésel en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido se agua en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Viscosidad a 100 °C del aceite							
	BOMBA DE ACEITE	Presión del Aceite en Baja en Vacío							
	BOMBA DE ACEITE	Presión del Aceite en Alta en Vacío							
	DAMPER	Velocidad del Motor en Baja en Vacío							
	DAMPER	Velocidad del Motor en Alta en Vacío							
	PANEL DE CONTROL	Temperatura del agua							
MANDOS FINALES	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Hierro en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Silicio en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Aluminio en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Plomo en el aceite							

	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cromo en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cobre en el aceite							
HIDRÁULICA	TOMA DE MUESTRA	CONTENIDO DE HIERRO EN EL ACEITE							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Silicio en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Aluminio en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Plomo en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cromo en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cobre en el aceite							
	PANEL DE CONTROL	Temperatura del aceite							
	VÁLVULA DE ALIVIO	Presión del aceite							
TRANSMISIÓN	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Hierro en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Silicio en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Aluminio en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Plomo en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cromo en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cobre en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de agua en el aceite							
	CONVERTIDOR	Temperatura del aceite en el Convertidor							
	CONVERTIDOR	Presión de entrada del Convertidor							
	CONVERTIDOR	Presión de salida del Convertidor							
DIFERENCIAL	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Hierro en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Silicio en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Aluminio en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Plomo en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cromo en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de Cobre en el aceite							
	TOMA DE MUESTRA	Contenido de agua en el aceite							

ANEXO N° 13: CROQUIS DE UBICACIÓN

